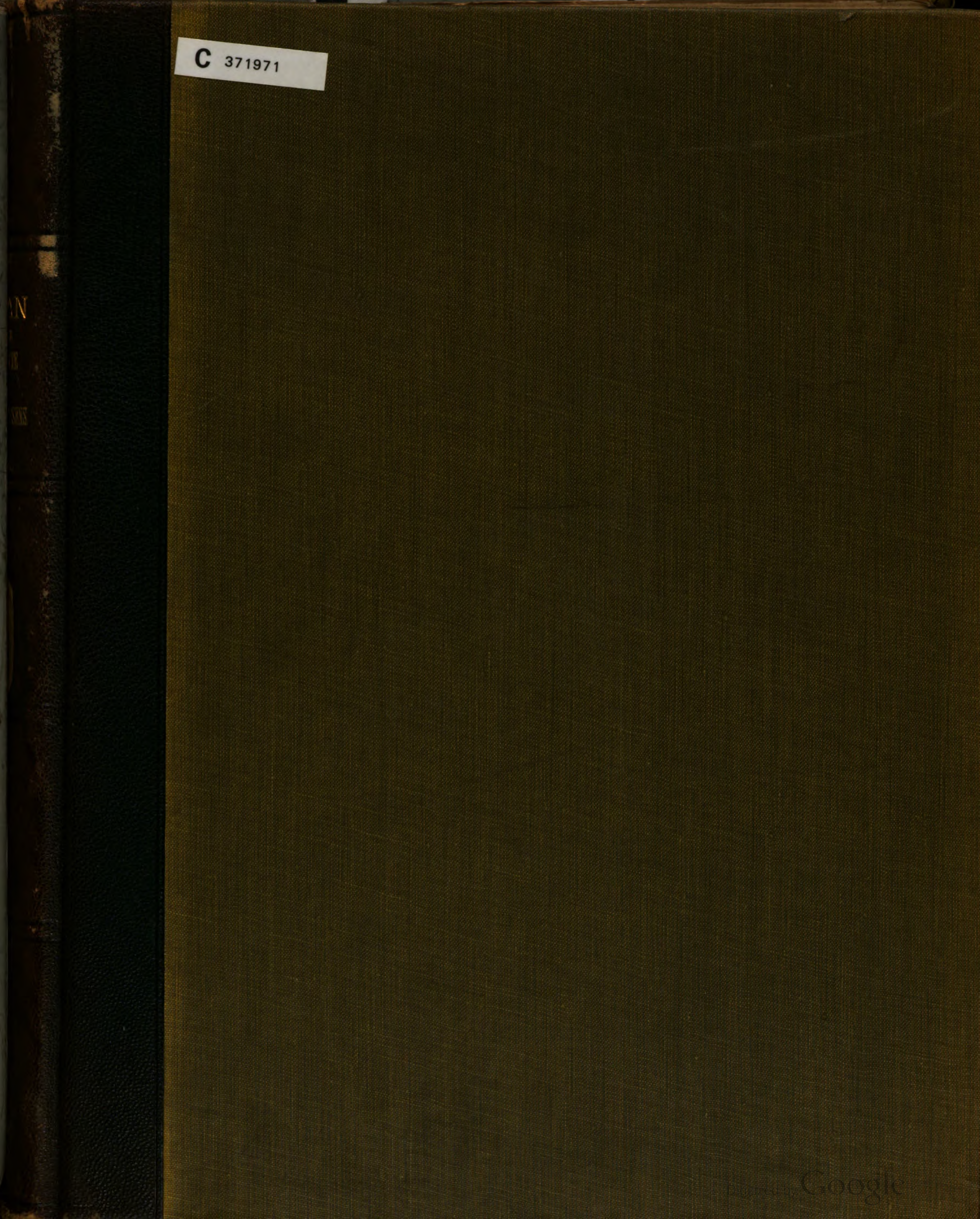
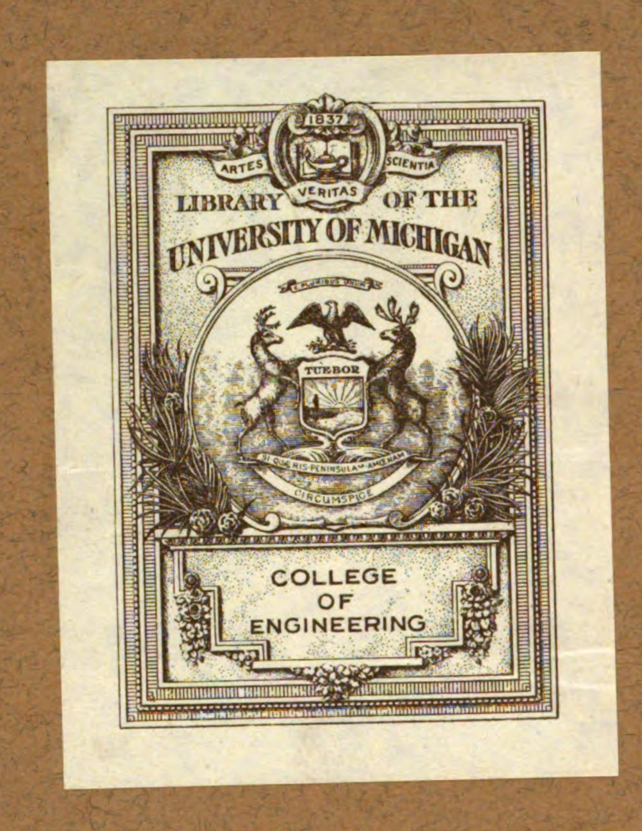




1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE
COLLEGE
OF
ENGINEERING




# ORGAN

FÜR DIE

# FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

## IN TECHNISCHER BEZIEHUNG.

BEGRÜNDET

VON

EDMUND HEUSINGER VON WALDEGG.

**FACHBLATT DES VEREINS DEUTSCHER EISENBAHNVERWALTUNGEN.**

Herausgegeben im Auftrag des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

vom Schriftleiter

Dr. Ing. **H. Uebelacker,**
**Reichsbahnoberrat,**

unter Mitwirkung von

Dr. Ing. **A. E. Bloss,**
**Reichsbahnrat,**

als stellvertretendem Schriftleiter und für den bautechnischen Teil.

ACHTZIGSTER JAHRGANG.

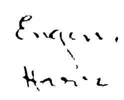
**NEUE FOLGE. ZWEIUNDSECHZIGSTER BAND.**

**1925.**

MIT 37 TAFELN UND 579 TEXTABBILDUNGEN.

MÜNCHEN.
C. W. KREIDEL'S VERLAG.
1925.







# I. Sachverzeichnis.

Es bedeutet: A = Aufsatz, B = Bericht, Z = Zuschrift. * = Abbildungen im Text.





# II. Buchbesprechungen.

# III. Namensverzeichnis.

Die Aufsätze sind mit A., die Bücherbesprechungen mit Bb. bezeichnet. * = mit Textabbildungen.

# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

**Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen**

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

80. Jahrgang | 15. Januar 1925 | Heft 1


## Zeichnerische Ermittlung des Fahrtverlaufs, der Fahrzeit, der Erwärmung und des Verbrauchs für Dampf- und Elektrolokomotiven.


Von Oberbaurat Dr. techn. **Franz Nußbaum**, Wien.


Hierzu Tafel 1 und 2*).

Diese Arbeit ist im wesentlichen die auszugsweise Wiedergabe einer vom Verfasser für die Österreichischen Bundesbahnen im Jahre 1923 fertiggestellten Anleitung, welche die praktische Erfassung und wirtschaftliche Ausnützung der Lokomotiveigenschaften bezweckte. Die Messung der erforderlichen Lokomotivgröfsen ist eine Sache für sich und wurde hier weggelassen. Von den elektrischen Lokomotiven ist die Ausführung mit Einphasenreihenschlufsmotoren angenommen.

### I. Bezeichnungen und Beziehungen für Dampf- und Elektrolokomotiven gemeinsam und für Dampflokomotiven allein.

$l$ in km = Abszissen des Längenprofils = Weg, worunter stets die Projektion verstanden wird (zu beachten, weil der Höhenmafsstab gegen den Längenmafsstab grofs gewählt wird); daher ist die Steigung = Höhe: Weg = tang des Neigungswinkels, das 1000 fache = Steigung in ‰.

$h$ in m = Ordinaten des Längenprofils.

Das Verfahren setzt das in passendem Mafsstab ($m_l$, $m_h$) gezeichnete Längenprofil voraus, im Bogen zuzüglich des Krümmungswiderstands als Steigung; doch genügt es, bis auf die schwerst zu befahrende Stelle jeder Belastungsstrecke, den Krümmungswiderstand statt örtlich nur durchschnittlich zu berücksichtigen, indem das Längenprofil statt über der Wagrechten einfach über einer Steigung gezeichnet wird, mit der Endhöhe in m = Summe aus Bogenlänge in km $\times$ Bogenwiderstand in ‰. Wenn besondere Genauigkeit nötig ist, kann noch der günstige Einflufs der Zuglänge Berücksichtigung finden, indem an der schwerst zu befahrenden Stelle die Ecken des Längenprofils in der Länge des Zuges abgerundet werden.

$h_v$ in m = Geschwindigkeitshöhe des Zuges bei der Geschwindigkeit v, $h_v = \frac{\left(\frac{v}{3,6}\right)^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 1,06$, wo 1,06 die Trägheit der umlaufenden Massen berücksichtigt (für Wagen und für gewöhnliche Dampflokomotiven ungefähr gleich); für Züge mit elektrischen und anderen Lokomotiven mit grofsen umlaufenden Massen ist dieser Faktor etwas gröfser $= \frac{\lambda \cdot G_L + 1,06 \cdot G_W}{G_L + G_W}$, wo $\lambda = 1,2$ und bedeutend darüber.

Das Verfahren benötigt über dem ganzen Längenprofil die Geschwindigkeitshöhenteilung für v = 5, 15, 25, . . . , weshalb in diesen Teilstrichen das Längenprofil nachzuziehen ist, so dafs laut Abb. 7, Taf. 1 gleichsam Streifen der mittleren Geschwindigkeit v = 0, 10, 20, . . . . entstehen. Dieser Längenprofilbehelf sollte für alle Strecken, und zwar für beide Fahrtrichtungen von links nach rechts gezeichnet, vervielfältigt vorliegen.

v in km/Std. = Fahrgeschwindigkeit; $\bar{v}$ = der bei einer gewissen Zugkraft $Z_i$ dauernd in Betracht kommende Höchstwert.

$Z_i$ in t = indizierte Zugkraft der Dampflokomotive oder »innere« Zugkraft der Elektrolokomotive = Zugkraft der widerstandslosen Lokomotive in der Wagrechten ohne Beschleunigung.

Für die Dampflokomotive ist $Z_i$ bei praktisch voller Dauerleistung mit verschiedenen v nach Abb. 1, Taf. 1 begrenzt durch die Leistungsfähigkeit des Kessels (Kesselgrenze, fallend mit steigendem v entsprechend der noch wirtschaftlichen Dauerleistung, etwas abhängig von der Brennstoffgüte) und durch die Zugkraft bei gröfster Zylinderfüllung (Maschinengrenze), ferner auch für vorübergehende Leistungen begrenzt durch die Reibungsgrenze, die in der Regel unter der Maschinengrenze liegt. Über den Brennstoff- und Wasserverbrauch sagt das v, $Z_i$-Schaubild nichts aus; zur Beantwortung solcher Fragen dient das vollständige X, Y, Z-Schaubild nach Abb. 4, Taf. 1.

Für die Elektrolokomotive mit Einphasenreihenschlufsmotoren ist — zunächst ohne Rücksicht auf die Erwärmung der Motoren oder des Transformators — $Z_i$ bei verschiedenen v nach Abb. 2, Taf. 1, begrenzt durch die Leistungsfähigkeit des Kommutators (Kommutierungsgrenze = Grenze dauernd guten Arbeitens und zulässiger Erwärmung; ist zwar nicht ausgeprägt, macht sich aber früher oder später geltend; ist genau genommen eine Stufenlinie entsprechend den Fahrstufen; die erhöhte Grenze für nur vorübergehendes Anfahren und Beschleunigen wird Funkengrenze genannt), für gröfsere oder auch schon mittlere Geschwindigkeiten durch die letzte vorhandene oder zulässige Fahrstufe, ferner wie allgemein, durch die Reibungsgrenze, welche unter der Funkengrenze liegen soll. Weiteres enthält der Abschnitt VI.

Es möge nicht unerwähnt bleiben, dafs die Reibungsgrenze, hier auf das Maschineninnere bezogen = Reibungskraft auf den Schienen + Teil des Fahrwiderstandes vom Lokomotivinneren bis zum Umfang der getriebenen Räder, entgegen der gebräuchlichen Darstellung mit v merklich abnimmt (in v = o ist der nur beim Anfahren erreichbare Wert aufzutragen) und mit der Kessel- bzw. Kommutierungsgrenze keine scharfe Ecke, sondern praktisch eine Abrundung bildet (Schnitt zweier schwankenden Grenzen, ungünstige Rückwirkung des Rädergleitens auf die Kessel- bzw. Kommutierungsgrenze); dennoch kann von der Reibungsgeschwindigkeit gesprochen werden, die ungefähr dem Schnittpunkt ohne Abrundung entspricht.

$G_L$ in t = Gewicht der Lokomotive mit Tender und halben Vorräten.

$G_W$ in t = Gewicht des Wagenzuges.

$W_L$ in t = Fahrwiderstand der Lokomotive samt Tender (möglichst zu messen, Formeln sind unsicher).

$W_W$ in t = Fahrwiderstand des Wagenzugs. Benötigt wird die Kenntnis zumindest für Güterzüge mit gemischten Wagen und für Schnellzüge, Personenzüge liegen dazwischen. Im Winter ist der Fahrwiderstand besonders bei kleinen Geschwindigkeiten etwas gröfser als im Sommer; man rechnet meist mit dem Jahresmittel.

Bei Aufstellung der Belastungstafel einer Lokomotivreihe besteht die Schwierigkeit, dafs dieselbe Reihe zur

*) Auf den Tafeln 1 und 2 sind die Abb. 1 bis 14 mit fortlaufenden Nummern bezeichnet.

Führung verschiedener Zuggattungen dienen kann. Da empfiehlt sich (aufser im Flachland) in gröberer Annäherung die Verwendung einer einzigen Mittelformel, die für kleine Geschwindigkeiten auf Güterzüge, für mittlere Geschwindigkeiten auf Personenzüge und für grofse Geschwindigkeiten auf Schnellzüge pafst, in der einfachsten Form $W_W = \frac{G_W}{1000} \cdot \left(2 + \frac{v}{30}\right)$; für v = o ist aber $W_W$ bedeutend gröfser, mindestens so grofs, wie für v = 50, bei Anfahrt mit gespanntem Zuge in der Steigung noch darüber.

Da die Vergröfserung des Fahrwiderstandes im Bogen wie gebräuchlich als Steigungszuschlag im Längenprofil Berücksichtigung findet, sind die Fahrwiderstandszahlen für die Gerade zu verstehen. Genau genommen aber ist der Fahrwiderstand im Bogen eine Eigenschaft des Fahrzeugs. (Beispielsweise ist $W_L$ einer 1 E-Lokomotive in der Geraden gröfser als einer E-Lokomotive gleichen Achsdruckes, in scharfen Bögen aber umgekehrt.)

s in $^0/_{00}$ = Steigung (vgl. 1), welche die Lokomotive mit der zu führenden Belastung bei irgend einer Geschwindigkeit dauernd überwinden kann.

Aus der Beziehung $Z_i = \frac{G_L + G_W}{1000} \cdot s + W_L + W_w$ ergibt sich s zeichnerisch rasch aus einem Rechenbild nach Abb. 3, Taf. 1 (in Abb. 6 mit anderem vereinigt). Es enthält die lotrechte $Z_i$, $\bar{v}$ — Doppelteilung aus Abb. 1 oder 2, die wagrechte gleichförmige $(G_L) + G_W$ — Teilung und über ihr die zugehöhrigen Fahrwiderstände $W_L + W_W$ im $Z_i$-Mafsstab. Letztere Teilung ergibt sich, indem in $G_L$ die der Lokomotive eigentümlichen Werte $W_L$ und in $G_L$ + ($G_W$ z. B. = 1000) die Werte $W_L + W_{W=1000}$ aufgetragen und die Wertpunkte desselben v geradlinig verbunden werden. Auf der Lotrechten ist ferner die gleichförmige s-Teilung und im Abstand (s) der zugehörige Festpunkt verzeichnet. Z. B. ergibt sich für $G_W = 300$ und $\bar{v} = 50$ die gestrichelte Steigung a b (die Parallele aus (s) zeigt $s = 7^1/_2{}^0/_{00}$), für $Z_i$ = o (Auslauf) und v = 42 das gestrichelte Gefälle g o.

$m_l$ mm = 1 km = Längenmafsstab des Längenprofils, der Weg-Zeitlinie, usw.

$m_h$ mm = 1 m = Höhenmafsstab des Längenprofils und der Geschwindigkeitshöhen.

$m_Z$ mm = 1 t = Zugkraftmafsstab in Abb. 3.

$m_G$ mm = 1000 t = Gewichtmafsstab für Lokomotive und Wagen in Abb. 3.

Von diesen vier Mafsstäben sind drei zu wählen und der vierte zu rechnen aus $\frac{m_h}{m_l} = \frac{m_Z}{m_G}$. Zweckmäfsig ist $m_h$ nicht unter 2 und $m_l$ etwa so grofs, dafs die Tangente des Neigungswinkels im Profil höchstens = 2 bis 3 wird.

$m_s$ mm = $1^0/_{00}$ Steigung = Steigungsmafsstab in Abb. 3.

(s) mm = Abstand des Festpunktes zur s-Teilung in Abb. 3.

Von diesen beiden Gröfsen ist die eine zu wählen und die andere zu rechnen aus $\frac{m_h}{m_l} = \frac{m_s}{(s)}$.

t in min = Zeit.

$m_t$ mm = 1 min = Zeitmafsstab der Weg-Zeitlinie.

$m_v$ mm = 1 km/Std. = Geschwindigkeitsmafsstab in Abb. 6, 12, 13, 14; kann in jedem Rechenbild anders gewählt werden.

(v) mm = Abstand des Festpunktes zur v-Teilung in Abb. 6 für das Zeichnen der Weg-Zeitlinie.

Zwei dieser drei Gröfsen sind zu wählen und die dritte zu rechnen aus $\frac{60 \cdot m_t}{m_l} = \frac{(v)}{m_v}$.

X in 1000000 W E/Std. = stündlicher Brennstoffverbrauch (pro qm Rostfläche, Rostanstrengung genannt).

Y in t/std. = Stündliche Dampferzeugung des Kessels = stündlicher Dampfverbrauch der Dampfmaschine nebst Verlusten und Verbrauch der Bremse + Bedarf der Dampfheizung im Winter.

Verbrennung und Dampferzeugung einer Lokomotive mit Feueranfachung durch den Abdampf stehen praktisch in eindeutigem Zusammenhang, sie sind nahezu unabhängig davon, ob die Maschine die gleiche Dampfmenge mit grofser Füllung bei kleiner Fahrgeschwindigkeit oder umgekehrt verbraucht; dies gilt auch bei veränderlichem Blasrohr, wenn es nur bei unzureichender Luftdurchlässigkeit des Feuers oder aber stets in gleicher Weise mit der Kesselbeanspruchung veränderlich angewendet wird. Das den Kessel charakterisierende X, Y-Schaubild ist sonach eine einzige Kurve, die aber laut Abb. 4 (unten), Taf. 1 von der Güte des Brennstoffes merklich abhängt. Die bei manchen Lokomotiven immerhin feststellbare Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit kann berücksichtigt werden, indem man wie in Abb. 6, Taf. 1 die nahe beieinander liegenden X, Y-Kurven für v = Höchstgeschwindigkeit und etwa v = Reibungsgeschwindigkeit (auf 10 km/Std. abgerundet) zeichnet und im Gebrauch zwischenschaltet. Ferner kommt der Punkt Y = o, v = o, d. i. das Dampfhalten bei Stillstand in Betracht. Die Kurvenform ist mit guter Übereinstimmung eine Elipse mit lot- und wagrechten Hauptachsen (im Grenzfall eine Parabel), also bei einem gewissen Mafsstabverhältnis $m_X : m_Y$ ein Kreis. Durch Teilungen auf der Y-Achse kann noch der Dampfzustand angegeben werden, d. i. der Druck, und bei Heifsdampf noch die Temperatur (bei Nafsdampf eigentlich noch die Dampfnässe), und zwar zweckmäfsig im Schieberkasten bei voller (nötigenfalls nicht voller) Regleröffnung gemessen.

Entsprechend der Hintereinanderschaltung von Kessel und Dampfmaschine sind die Ordinaten Y der Kesselcharakteristik zugleich Abszissen der Dampfmaschinencharakteristik, als deren Ordinaten für vorliegenden Zweck $Z_i$ aufzutragen ist. Das Y, $Z_i$-Schaubild besteht nach Abb. 4 (oben), Taf. 1 aus einer Schar von Kurven, auf welchen noch die etwa ermittelten Füllungsgrade der Steuerung sowie die leicht zu berechnenden wirklichen Füllungsgrade $\left(= \frac{Y}{V \cdot \gamma}\right.$, wo V = abgelaufener Zylinderinhalt in $m^3$/st nnd $\gamma$ = spezif. Gewicht in t/$m^3$ des im zugehörigen Punkt der X, Y-Achse angegebenen Dampfes) verzeichnet werden können. Im Winter ist der Dampfverbrauch der Heizung angenähert in der Weise zu berücksichtigen, dafs die Lotrechten vom oberen ins untere Schaubild um diesen Dampfbedarf nach rechts verschoben werden. Da bei Kälte die Abkühlungsverluste von Kessel und Dampfmaschine gröfser sind als bei Wärme, wäre richtigerweise ein Sommerschaubild und ein Winterschaubild (bei mittlerem Heizbedarf) aufzustellen.

Mit der Kesselbeanspruchung geht man nur bis zu einem gewissen Punkt der X, Y-Linie (praktische »Volleistung«), weil darüber hinaus $\frac{dY}{dX}$ zu schlecht wird. Für Nafsdampf geht man etwa bis $\frac{dY}{dX} = \frac{1}{2}\frac{Y}{X}$, für Heifsdampf noch weiter, weil die steigende Überhitzung für das Fallen des Wirkungsgrades teilweise entschädigt. Der weitere Verlauf der Kurve wird mehr und mehr unsicher und von der Zeit abhängig, weil die übertriebene Kesselbeanspruchung nicht beliebig andauern kann. Die Lotrechte über dem Volleistungspunkt und andrerseits die Reibungsgrenze (bisweilen auch die Maschinengrenze) schneiden die Kurvenschar in verschiedenen Höhen $Z_i$, die mit den zugehörigen v das gebräuchliche Zugkraftschaubild Abb. 1, Taf. 1 ergeben, welches durch diese Darstellung erst vollständig begründet

ist. Bei Annahme des Volleistungspunktes mufs auch die Wirtschaftlichkeit der Dampfmaschine, also die Gestalt der Y, Z-Kurven Berücksichtigung finden und es wird bisweilen nötig, den Punkt mit v veränderlich, also die Grenze in den Y, Z-Kurven abweichend von der Lotrechten anzunehmen.

Die Darstellung X, Y, $Z_i$. (statt $Z_i$ auch $Z = Z_i - W_L$) ist besonders für wirtschaftliche Fragen wertvoll, aber auch dann, wenn nur das v, $Z_i$'-Schaubild einer Lokomotivreihe aufgenommen werden soll. Letztere Arbeit ist bekanntlich recht unsicher, weil nämlich die aufgenommenen Punkte etwas verschiedener Kesselbeanspruchung entsprechen und daher einer Sichtung nach Abb. 4 bedürfen.

Die Kurven gelten für den Dauerzustand und ergeben für das Anfahren einen zu geringen Brennstoffverbrauch, der durch den Zuschlag $B_o$ zu berücksichtigen ist. Ferner kann noch die Möglichkeit vorübergehend gröfserer Dampfentnahme bei sinkendem Wasserstand dargestellt werden, indem aufser der besprochenen X, Y-Kurve für Kesselnachspeisung = Verbrauch noch die X, Y-Kurve für Nachspeisung = o gezeichnet und darauf als Teilung die mögliche Dauer der Dampfentnahme (gerechnet aus dem vollen oder mittleren Wasserstand) verzeichnet wird; die zugehörigen Y, Z-Kurven sind unverändert (für Heifsdampf wegen geringerer Überhitzung genau genommen etwas ungünstiger).

B in 1 000 000 W E = Brennstoffverbrauch. $B_o$ = kleiner Mehrverbrauch gegen die Ermittlung bei jedem Anfahren wegen rascher Leistungssteigerung des Kessels (Mitreifsen von Wasser) und insbesondere wegen mehr oder weniger kalter Zylinder; kann angenähert durch das in Abb. 6 (links unten), Taf. 1 enthaltene kleine Schaubild dargestellt werden.

$m_B$ mm = 1 Million W E = Brennstoffverbrauchsmafsstab der Weg-Brennstoffverbrauchslinie.

$m_X$ mm = 1 Million W E/Std. = Mafsstab des stündlichen Brennstoffverbrauchs in Abb. 4.

$m_Y$ mm = 1 t Wasser/Std. = Mafsstab der stündlichen Dampferzeugung in Abb. 4.

Der Mafsstab $m_Y$ ist beliebig und zweckmäfsig so grofs, dafs die X, Y-Elipse ein Kreis wird. Für die übrigen Mafsstäbe gilt die Beziehung $\frac{m_B}{m_l} = \frac{m_X}{m_Y}$, so dafs entweder $m_B$ oder $m_X$ zu wählen bleibt.

## II. Geschwindigkeitshöhenlinie über dem Längenprofil.

Das Verfahren besteht darin, dafs über dem Längenprofil (= Linie der wirklichen Steigungen + Krümmungswiderstände) die Linie der möglichen Steigungen s gezeichnet wird. Der Höhenunterschied der beiden Linienzüge ist die jeweilige Geschwindigkeitshöhe des Zuges. Denn der Steigungsunterschied der beiden Linien dient der Beschleunigung (Verzögerung), so dafs der mit dem Steigungsunterschied wachsende Höhenunterschied in Geschwindigkeit umgesetzt wird. Der Beweis ist kaum nötig, mag aber kurz folgen.

Wenn im Wegkilometer l der Fahrt die Steigung $s_l$ kleiner ist, als sie bei der eben vorhandenen Geschwindigkeit v aus dem Rechenbild Abb. 3, Taf. 1 sein könnte = s, so kann der Zug so beschleunigt werden, als würde er in einem Gefälle von $s - s_l$ ‰ widerstandslos rollen. Die Beschleunigung ist also $p = \frac{s - s_l}{1000} \cdot \frac{9{,}81}{1000} \cdot 3600^2$ km/Std.² Der Geschwindigkeitszuwachs dv auf einem Wegstückchen dl km ist $dv = p \cdot \frac{dl}{v}$, daraus mit dem für p gefundenen Wert $\frac{v\,.\,dv}{9{,}81\,.\,3{,}6^2} = (s - s_l)\,.\,dl$, oder für den Weg von o bis l $\frac{v^2}{2\,.\,9{,}81\,.\,3{,}6^2} = \int_o^l s\,.\,dl - \int_o^l s_l\,.\,dl$. Der Ausdruck links ist die Geschwindigkeitshöhe $h_v$, der Ausdruck rechts ist einfach der Höhenunterschied zwischen dem Längenprofil und der Linie der möglichen Steigungen. Letzterer Linienzug kann nach folgender Anleitung absatzweise gezeichnet werden, und zwar sind die angenommenen Geschwindigkeitsstufen von 10 zu 10 km/Std. meist genügend genau.

Arbeitsvorgang: Man entnimmt der Abb. 3, Taf. 1 (siehe Bezeichnung s) oder Abb. 6, in welcher die Schau- und Rechenbilder für die Dampflokomotive vereinigt sind, zur angenommenen Belastung z. B. $G_W$ = 300 t die mögliche Steigung für v = o und zieht im Längenprofilbehelf Abb. 7, Taf. 1 (siehe Bezeichnung $h_v$), aus dem Ausgangspunkt die Parallele zu dieser Steigungslinie im Streifen v = o (in der Zeichnung verschwindend), entnimmt weiter dem Rechenbild die mögliche Steigung für v = 10 und zieht im Längenprofilbehelf weiter die Parallele im Streifen der mittleren Geschwindigkeit v = 10 usf. (zum Beispiel Strecken a b, e f in Abb. 7 parallel a b in Abb. 3). Wenn die Höchstgeschwindigkeit des Zuges (oder der Lokomotive) oder eine an gewissen Stellen niedrigere Grenze der Streckengeschwindigkeit erreicht ist, darf die Lokomotive nicht mehr voll arbeiten (kleineres $Z_i$ als beim betreffenden v möglich, kann dem Rechenbild durch die Parallele zur Steigung des Längenprofils an dieser Stelle entnommen werden), bis wieder die volle Arbeit gestattet ist. (Der Linienzug folgt hier dem Profil c d). Die vom Haltepunkt zurückzuzeichnende Bremslinie ist in der Geschwindigkeitshöhendarstellung gleich wie die Anfahrlinie ungefähr eine Gerade; ihre Neigung ergibt sich aus einem Dreieck, dessen Grundlinie die Streckenneigung in solcher Länge hat, dafs die Projektion 700 m beträgt (angenommener Bremsweg) und dessen lotrechte Seite die Geschwindigkeitshöhe zu der in der betreffenden Neigung gestatteten Höchstgeschwindigkeit ist, weil bei der Höchstgeschwindigkeit der volle Bremsweg in Anspruch genommen wird. Vor dem Bremsweg liegt noch ein Auslaufweg (für Güterzüge lang, für Schnellzüge kurz und bei kürzester Fahrzeit = 0; Abb. 7 ist mit und ohne Auslauf gezeichnet). Falls an ungünstiger Stelle bisweilen anzuhalten ist (Blocksignal), so mufs nötigenfalls geprüft werden, ob dort der Zug überhaupt oder genügend rasch anzufahren vermag. — Wenn die so gezeichnete Geschwindigkeitshöhenlinie und die nach Abschnitt III zu findende Fahrzeit entspricht, so ist die Belastung richtig angenommen, andernfalls ist die Arbeit mit anderer Belastung zu wiederholen.

Diese Anleitung bedarf einer praktischen Ergänzung. Wenn die Geschwindigkeitshöhenlinie ziemlich parallel zur Längenprofillinie wird, so sucht man im Rechenbild die mögliche Geschwindigkeit zur jeweiligen Steigung, z. B. v = 27, zeichnet nach Abb. 5 (oben), Taf. 1 in dieser Geschwindigkeitshöhe die Parallele 1 und sucht für das mittlere $\bar{v}$ im restlichen Streifen $= \frac{27 + 35}{2} = 31$ die Steigung des noch fehlenden Zwischenstückes 2. Wenn die Geschwindigkeitshöhenlinie nach Abb. 5 (unten) einen Streifen, z. B. für v = 30 nur seitlich von v = 35 bis v = 31 abschneidet, so mufs die mögliche Steigung dieser Stelle nicht $\bar{v} = 30$, sondern $\bar{v} = \frac{31 + 35}{2} = 33$ entsprechen, was durch Probieren zu finden ist. Wenn besondere Genauigkeit verlangt wird, kann mit engeren Streifen also 10 zu 10 km/Std. gearbeitet werden (durch weiteres Nachziehen des Längenprofils in v = 10, 20, 30, . . ., so dafs Streifen der mittleren Geschwindigkeiten v = 2½, 7½, 10½, 12½, . . . . km/Std. entstehen, was auch nur örtlich leicht anwendbar ist.

Die so gewonnene Geschwindigkeitshöhenlinie gibt ein sehr gutes Bild des Fahrtverlaufes, z. B. der Bewältigung kürzerer starker Steigungen mit Schwung (mafsgebende Steigung = stärkste Steigung der Geschwindigkeitshöhenlinie aufser beim Anfahren, bisweilen im Anfahren selbst). Die Fahrgeschwindigkeit ist an jeder Stelle leicht ablesbar, obzwar für die weiteren

Ermittlungen meist nur die klar sichtbaren Bruchpunkte der Geschwindigkeitshöhenlinie benötigt werden.

### III. Weg-Zeitlinie.

Durch Absenken der Brechpunkte der in Abb. 7, Taf. 1 gefundenen Geschwindigkeitshöhenlinie auf eine Wagrechte ergeben sich die mit den mittleren Geschindigkeiten $v = (o)$, 10, 20, 30, 40, 50, $57^1/_2$, 60 durchfahrenen Teilwege Om, mn, no . . . . und darnach aus einer Fahrzeittafel oder mit einem anderen denselben Zweck erfüllenden Behelf die Teilfahrzeiten und als Summe die ganze Fahrzeit. Doch empfiehlt sich auch hier der zeichnerische Weg, indem nach der Beziehung $\frac{dt}{dl} = \frac{(v)}{v}$ ein in Abb. 6, Taf. 1 mitenthaltenes aus wagrechter v-Teilung mit Festpunkt (v) bestehendes Rechenbild die Steigung der Weg-Zeitlinie von einer Lotrechten zur anderen liefert, woraus sich durch Ziehen der Parallelen die obere Kurve in Abb. 8, Taf. 1 ergibt. Es ist also beispielsweise p' q' in Abb. 8 parallel (v) 50 in Abb. 6 zu ziehen, weil die mittlere Geschwindigkeit im Streckenabschnitt p q (Abb. 7) 50 km/Std. beträgt. (Das Beispiel zeigt, wie gering die Fahrzeitkürzung und im weiteren wie grofs der Brennstoffmehrverbrauch ist, wenn man garnicht auslaufen läfst). Beim Anfahren ist ein Zeitverlust zu berücksichtigen (etwa $= 0,1 + \frac{G_W}{2000}$ min, in Zugausgangs- und Lokomotivwechselstationen das Doppelte). Die Endordinate ist die Fahrzeit, und zwar wegen der angenommenen vollen Ausnützung der Leistung und der Geschwindigkeitsgrenzen die kürzeste Fahrzeit für die betreffende Belastung. Die Regelfahrzeit wird nach Verkehrsrücksichten von 0 bis etwa $15\%$ länger festgesetzt (durchschnittliche Kürzungsmöglichkeit $10\%$).

### IV. Weg-Brennstoffverbrauchslinie der Dampflokomotive.

Im Wegelement dl ist der Brennstoffverbrauch $dB = X\frac{dl}{v}$, daraus die Steigung der gesuchten Linie $\frac{dB}{dl} = \frac{X}{v}$. Zeichnerisch ergibt sich diese Steigung aus dem in Abb. 6, Taf. 1 mit enthaltenen, nur aus der lotrechten X-Teilung und der wagrechten v-Teilung bestehenden Rechenbild, womit die Weg-Brennstoffverbrauchslinie in Abb. 8 Stück für Stück zwischen den Lotrechten aus den Brechpunkten der gefundenen Geschwindigkeitshöhenlinie gezeichnet werden kann. Dabei ist X gröfserenteils der zur Volleistung gehörige gleichbleibende Wert. Wo aber wegen einer Geschwindigkeitsbegrenzung die Lokomotive nicht voll arbeitet (vorübergehend kann auch übermäfsige Arbeit angenommen werden), ist in Abb. 6 links das in der betreffenden Neigung nötige $Z_i$ und rechts wagrecht, lotrecht und wieder wagrecht das erforderliche X zu finden; die Verbindungslinie dieses X-wertes mit der Geschwindigkeit liefert die Steigung der Brennstofflinie für die Strecke verminderter Leistung. Für die nicht arbeitende Lokomotive gilt der kleine Wert X zu $Y = o$; dieser Wert für $v = o$ gilt für das Dampfhalten bei Stillstand, ist also mit dem Aufenthalt in Stunden zu multiplizieren. Der Mehrverbrauch $B_o$ beim Anfahren wird einfach im Anfangspunkt aufgetragen.

Diese Ermittlung ist sehr geeignet, wenn z. B. herausgefunden werden soll, welche Belastung und Fahrzeit in einer bestimmten Strecke die geringsten Brennstoffkosten oder die geringsten gesamten Betriebskosten für die beförderte t ergibt. An dem Zwecke kann mit Hilfe der Abb. 6, Taf. 1 die Geschwindigkeitshöhenlinie und die Fahrzeit- und Brennstoffverbrauchslinie nicht nur für verschiedene Belastungen, sondern auch für verschiedene Kesselanstrengungen (Verschiebung des Volleistungspunktes, also andere v-Teilung) gezeichnet werden; für jede Zunahme sind die sich ergebenden Kosten durch die beförderte Tonnenzahl zu dividieren.

### V. Weitere Bezeichnungen und Beziehungen für Elektrolokomotiven.

M, T Zeichen für Motor und Transformator.

u in °C = Übertemperatur gegen die kühlende Luft im gefährdetsten Punkte.

$\Theta$ in °C/Std. = Wärmung, = Temperaturzunahme mit der Zeit, wenn keine Wärme abgeführt würde.

Auf die Temperaturverteilung wird hier nicht eingegangen, daher ist mit dem für den gefährdetsten Punkt geltenden $\Theta$ und nicht mit dem stets kleineren Durchschnittswert zu rechnen.

$\Theta$ entspricht dem Leistungsverlust N und hat — zwar für einen bestimmten Punkt nur angenähert — den Verlauf wie in Abb. 10 und 11 auf Taf. 2 dargestellt, beim Motor noch mit einem von den mechanischen Verlusten (Bürstenreibung) herrührenden Zuschlag proportional v, also $\Theta_M = c_M . N_M + C_M . v$, $\Theta_T = c_T . N_T$, wo $c_M$, $C_M$ und $c_T$ Festwerte bedeuten. (Wenn aufser der Erwärmung im Motorinneren noch die des Kollektors zu verfolgen ist, so gilt für diesen $\Theta_K = c_K N_M + C_K . v$, wo $c_K$ und $C_K$ weitere Festwerte sind.)

$\vartheta . u$ in °C/Std. = Kühlung, = Temperaturabnahme mit der Zeit, wenn keine Wärme zugeführt wird; in dieser Form geschrieben, weil proportional u. In der Literatur ist gebräuchlich $\frac{1}{\vartheta}$ in Std. = thermische Zeitkonstante

$\vartheta_M$ wächst etwa mit $\sqrt{\text{Luftgeschw. im Motor}}$ + Festwert, also bei blofser Eigenlüftung mit $\sqrt{v} + k$. Bei der heute gebräuchlichen kräftigen Fremdlüftung ist die v, $\vartheta_M$-Kurve nach Abb. 9, Taf. 2 nur wenig ansteigend, bisweilen wohl auch fallend, und es wird oft die Annäherung hinreichen $\vartheta_M = \vartheta_{Mo} + \vartheta'_M . \frac{v}{100}$, wo $\vartheta_{Mo}$ und $\vartheta'_M$ Festwerte sind.

$\vartheta_T$ hat nach Abb. 9 einen ähnlichen Verlauf wie $\vartheta_M$ und es wird bei Fremdlüftung auch oft die Annäherung genügen $\vartheta_T = \vartheta_{To} + \vartheta'_T . \frac{v}{100}$, wo $\vartheta_{To}$ und $\vartheta'_T$ Festwerte sind.

$m_u$ mm = 1 °C = Temperaturmafsstab der Weg-Übertemperaturlinie.

$m_\Theta$ mm = 1°C/Std. = $\Theta$ und $\vartheta . u$ = Mafsstab in Abb. 12 und 13.

Die Mafsstäbe sind verknüpft durch die Beziehung $\frac{m_u}{m_l} = \frac{m_\Theta}{m_v}$; $m_l$ ist der gleiche Mafsstab wie im Längenprofil, $m_v$ zweckmäfsig gleich dem in Abb. 6, Taf. 1, so dafs $m_u$ oder $m_\Theta$ frei zu wählen bleibt.

A in kWh = verbrauchte Arbeit der elektrischen Lokomotive (Umrechnung: 1 kmt = 2,725 kWh).

$N_M$ in kW = Leistungsverlust der Motoren ohne mechanische Verluste; letztere sind im Fahrwiderstand der Lokomotive berücksichtigt.

Beim Reihenschlufsmotor gehört zu jedem Wert der Ankerstromstärke eine bestimmte Ankerumfangskraft und ein bestimmter Verlust, also zu jedem $Z_i$ ein bestimmtes $N_M$ nach Abb 10, praktisch unabhängig von der Drehzahl. Dafs die Schaltung eigentlich stufenweise erfolgt, kann wegen der beträchtlichen Stufenzahl hier aufser Betracht bleiben.

$N_T$ in kW = Leistungsverlust des Stufentransformators = 1) Verluste in der Primärwicklung + 2) Eisenverluste + 3) Verluste in der Sekundärwicklung.

1) wächst quadratisch mit der primären Stromstärke und diese in gewisser Weise mit der weitergegebenen Leistung; diese ist = 2) + 3) + $N_H$ + $N_M$ + 2,725 . v . $Z_i$. 2) ist von der Belastung praktisch unabhängig. 3) wächst quadratisch mit der sekundären Stromstärke; diese ist in dem auf die Hilfsbetriebe und die Heizung

treffenden Teil unveränderlich (bisweilen eigener Heiztransformator), dagegen im Hauptteil für die Motoren proportional der Zugkraft, ferner ist der Widerstand veränderlich mit der sekundären Windungszahl und diese ungefähr proportional v (genau genommen stufenweise Schaltung, wie bei $N_M$ erwähnt). Zusammengefafst wächst $N_T$ in nicht einfacher Weise mit $Z_i$ und v, aber in brauchbarer Annäherung irgendwie mit der Leistung v . $Z_i$ nach Abb. 11, Taf. 2 für unseren Zweck hinreichend: $N_T = N_{To} + N'_T \cdot \frac{v}{100} \cdot Z_i$, wo $N_{To}$ und $N'_T$ Festwerte sind.

$N_H$ in k W = Leistungsbedarf der Hilfsbetriebe und besonders der elektrischen Zugheizung, ist ein je nach dem Heizbedarf verschiedener Festwert.

$m_A$ mm = 1 kWh = Arbeitsmafsstab der Weg-Arbeitsverbrauchslinie.

$m_N$ mm = 1 kW = Leistungsmafsstab in Abb. 14, Taf. 2.

Die Mafsstäbe sind verknüpft durch die Beziehung $\frac{m_A}{m_l} = \frac{m_N}{m_v}$; $m_l$ ist das gleiche wie im Längenprofil, $m_v$ ist zweckmäfsig das gleiche wie in Abb. 6, 12, 13, so dafs noch $m_A$ oder $m_N$ frei zu wählen bleibt.

### VI. Weg-Übertemperaturlinien der Elektrolokomotive.

Für Elektrolokomotiven mit Einphasenreihenschlufsmotoren ergibt sich mit dem Zugkraftschaubild Abb. 2, Taf. 1 und dem Rechenbild Abb. 3, Taf. 1 zu einer angenommenen Belastung die Geschwindigkeitshöhenlinie über dem Längenprofil in gleicher Weise wie nach Abb. 7, Taf. 1 für die Dampflokomotive. Wenn bei letzterer die Geschwindigkeitshöhenlinie und die Fahrzeit befriedigt, so ist die Belastung richtig gewählt, während bei der elektrischen Lokomotive oft erst geprüft werden mufs, ob die Motoren und bei langer Anstrengung auch der Transformator nicht zu heifs werden; letztere Überprüfung ist besonders bei hoher Heizleistung ohne eigenen Transformator ratsam. Mit der im Winter zwar zulässigen höheren Übertemperatur rechnet man besser nicht, um für den Fall bedeutend erhöhten Fahrwiderstandes infolge Schnees eine Reserve zu haben. Die Untersuchung wird wieder zeichnerisch vorgenommen:

In der dem Wegelement dl entsprechenden Zeit $\frac{dl}{v}$ ist die Änderung der Übertemperatur sowohl für den Motor, als auch für den Transformator $du = (\Theta - \vartheta \cdot u) \cdot \frac{dl}{v}$ und daraus die Neigung der gesuchten Linie $\frac{du}{dl} = \frac{\Theta - \vartheta \cdot u}{v}$. Zeichnerisch ist diese Neigung dem Rechenbild Abb. 12 bzw. 13, Taf. 2 leicht zu entnehmen und ergibt, ausgehend von der bis zu diesem Haltepunkt erreichten und etwa durch Aufenthalt herabgesetzten Übertemperatur, Stück für Stück zwischen den Lotrechten aus den Brechpunkten der Geschwindigkeitshöhenlinie (vgl. Abb. 8, Taf. 1) die gesuchte Übertemperaturlinie.

Das Rechenbild für die Erwärmung des Motors Abb. 12 enthält lotrecht die Doppelteilung $\Theta_M - C_M \cdot v$ und $Z_i$ aus Abb. 10 und zum bequemeren Arbeiten als dritte Teilung die zu $Z_i$ gehörigen $\bar{v}$ aus Abb. 2, Taf. 1 wagrecht und um $C_M \cdot v$ nach abwärts verschoben die v-Teilung und über deren Teilstrichen die zugehörigen $\vartheta_M$ . u im $\Theta_M$-Mafsstab in richtigen Kurven oder in angenäherten Geraden. Als Beispiel ist die Neigung für $\bar{v} = 30$ und u = 16, ferner für den Auslauf $Z_i$ = o mit v = 50 und u = 63 gestrichelt gezeichnet.

Diesem Rechenbild ist ohne weiteres die zulässige **Dauerzugkraft** für die höchstzulässige Motorübertemperatur z. B. $\bar{u} = 70^0$ zu entnehmen, indem man die den Punkten u = 70 und v = 10, 20, 30, .... zugehörigen $Z_i$ abliest. In das Zugkraftschaubild Abb. 2 eingetragen zeigt sich bei blofser Eigenlüftung eine steigende, bei Fremdlüftung und beträchtlicher Bürstenreibung eine mäfsig fallende Kurve. Etwas umständlicher findet man die **Einstundenzugkraft**, bei der nämlich bei gleichbleibender Geschwindigkeit die Übertemperatur von u = o in einer Stunde auf u = $\bar{u}$ z. B. = 70 steigt, indem man die Zeit-Übertemperaturlinie für eine zunächst schätzungsweise angenommene Zugkraft zeichnet und diese Arbeit mit einem richtigeren Wert wiederholt. (Auf richtige Mafse achten: z. B. für v = 30 wagrecht 1 Std. = 30 km Weg = 30 × 40 = 1200 mm, lotrecht 10° C = 100 mm, z. B. zehnfach verkleinert 1 Std. = 120 mm und 10° C = 10 mm.)

Das Rechenbild für die Erwärmung des Transformators Abb. 13, Taf. 2 enthält wagrecht die v-Teilung und darüber $\vartheta_T$ . u im $\Theta_T$-Mafsstab in richtigen Kurven oder angenäherten Geraden, lotrecht $\Theta_T$ (angenommener Mafsstab doppelt so grofs wie in Abb. 12). Die zu $\Theta_T$ gehörigen $Z_i$ aus Abb. 11 hängen von v ab, also wären lotrecht $Z_i$-Teilungen für v = 10, 20, 30, .... nötig. Wird aber die Kurve in Abb. 11 durch eine mittlere Gerade ersetzt, so genügt **eine** $Z_i$-Teilung z. B. für v = 60; die zu $Z_i$ gehörigen v können wie sonst aus Abb. 2 aufgetragen werden. Um die Neigung z. B. für $\bar{v}$ = 40 und u = 53 zu finden, ist durch den Punkt v = 40, u = 53 und den Festpunkt $\Theta_{To}$ eine Gerade zu legen und deren Schnittpunkt in der Lotrechten v = 60 mit dem Punkt $\bar{v}$ = 40 zu verbinden. Beweis:

$$\text{Mit } \Theta_T = \Theta_{To} + \Theta'_T \cdot \frac{v}{100} \cdot Z_i \text{ ist}$$

$$\frac{du}{dl} = \frac{\Theta_{To} - \vartheta_T \cdot u}{v} + \frac{60 \cdot \frac{\Theta'_T}{100} \cdot Z_i}{v = 60}.$$

Diesem Rechenbild kann ohne weiteres die zulässige Dauerzugkraft des Transformators für eine höchstzulässige Übertemperatur $\bar{u}$ z B. = 70 entnommen werden, indem man aus den Punkten u = 70 und v = 10, 20, 30, .... Strahlen zum Festpunkt $\Theta_{To}$ zieht und die zu den Schnittpunkten in der Lotrechten v = 60 gehörigen $Z_i$ abliest. In das Zugkraftschaubild eingetragen zeigt sich eine der Kommutierungsgrenze ähnliche, aber oft weit von ihr abweichende Kurve. Die Einstundenzugkraftlinie des Transformators liegt meist aufserhalb der vorkommenden Beanspruchungen.

Die **Abkühlung während eines Aufenthaltes** entnimmt man der leicht zu zeichnenden Zeit-Abkühlungslinie des Motors bzw. des Transformators. Mit $\Theta$ = o und v = o ist $du = -\vartheta_o \cdot u \cdot \frac{dt}{60}$, also die Neigung $\frac{du}{dt} = -\frac{\vartheta_o}{60} u$, womit sich eine gleichbleibende Subtangente, also die einfache Exponentialkurve ergibt.

### VII. Weg-Arbeitsverbrauchslinie der Elektrolokomotive.

Der Arbeitsverbrauch ab Bügel beträgt im Wege dl $dA = (N_M + N_H + N_T) \cdot \frac{dl}{v} + 2{,}725 \cdot Z_i \cdot dl$, daraus ist mit der Annäherung $N_T = N_{To} + N'_T \cdot \frac{v}{100} \cdot Z_i$ die Neigung der gesuchten Linie $\frac{dA}{dl} = \frac{N_M + N_H + N_{To}}{v} + \left(\frac{N'_T}{100} + 2{,}725\right) \cdot Z_i$. Zeichnerisch kann diese Neigung dem Rechenbild Abb. 14, Taf. 2 entnommen werden und ergibt Stück für Stück zwischen den Lotrechten aus den Brechpunkten der Geschwindigkeitshöhenlinie die gesuchte Arbeitsverbrauchslinie.

Das Rechenbild für den Arbeitsverbrauch Abb. 14 enthält wagrecht die v-Teilung und lotrecht auf und ab die N-Teilung, und zwar abwärts $N_M$ bzw. die entsprechende $Z_i$-Teilung aus Abb. 10 und wie sonst die $Z_i$ entsprechende v-Teilung aus Abb. 2, Taf. 1, ferner zur Bequemlichkeit ein Netz von Wagrechten und Lotrechten, aufwärts

$N_H + N_{To} + \left(\frac{N'_T}{100} + 2{,}725\right) . v . Z_i$, und zwar genügt wie in Abb. 13, die entsprechende $Z_i$-Teilung für nur einen Wert v z. B. = 30 (in Abb. 13, Taf. 2 ist v = 60 gewählt), dazu wie sonst die zu $Z_i$ gehörige $\bar{v}$-Teilung aus Abb. 2, Taf. 1. Um z. B. die Neigung für $\bar{v} = 40$ ($Z_i = 5$) zu finden, ist durch den Punkt v 40 im Netz und den Festpunkt $N_H + N_{To}$ eine Gerade zu legen und deren Schnittpunkt in der Lotrechten v = 30 mit dem Punkt $\bar{v} = 40$ der oberen Teilung zu verbinden.

In Aufenthalten ist der Arbeitsverbrauch $= (N_H + N_{To}) . \frac{t}{60}$.

Zu dem so ermittelten Verbrauch ab Bügel ist je nach der Fragestellung noch der Verlust in den Leitungs- und Umformungsanlagen oder auch noch die Krafterzeugung in Betracht zu ziehen. Da aber die Verzinsung und Tilgung der Anlagekosten meist eine überwiegende Rolle spielt, ist die genaue Ermittlung des Arbeitsverbrauches der Elektrolokomotive größerenteils nicht so sehr wichtig, als die eingehende Verfolgung des Brennstoffverbrauches der Dampflokomotive.

# Die Dampf-, Öl- und Druckluftlokomotiven auf der Eisenbahntechnischen Ausstellung in Seddin.

Von Oberregierungsbaurat a. D. **R. P. Wagner**, Mitglied des Eisenbahn-Zentralamtes Berlin.

## A. Einleitung.

Wohl bei keiner früheren Ausstellung von Eisenbahnfahrzeugen, mag es sich um Sonderausstellungen oder um Teilgebiete allgemeiner Weltausstellungen handeln, ist eine solche grofse Zahl von Lokomotiven ausgestellt worden, als bei der in Seddin im Zusammenhang mit der Eisenbahntechnischen Tagung im September und Oktober ds. Js. veranstalteten Ausstellung. Die Zahl an Vollbahndampflokomotiven betrug 22, an Neben- und Kleinbahnlokomotiven 24, an Diesellokomotiven für verschiedene Verwendungszwecke 9. Dazu kommen druckluftelektrische und Sonderlokomotiven. Demgegenüber waren auf der Ausstellung in Brüssel 1910 nur 57, in Mailand 1906 52, in St. Louis 1904 39 Lokomotiven ausgestellt. Freilich ist das Bild des in Seddin ausgestellten Lokomotivparks nicht so vielfarbig, wie es auf den genannten Ausstellungen war, denn während dort Lokomotiven aus verschiedenen Ländern zu sehen waren, enthielt die Seddiner Ausstellung nur in Deutschland gebaute und — mit geringen Ausnahmen — für die Deutsche Reichsbahn bestimmte Lokomotiven. Eine österreichische 2 D Lokomotive deren Ausstellung beabsichtigt war, konnte leider nicht rechtzeitig fertig gestellt werden. Aber doch ist die Ausstellung nach mancher Hinsicht nicht nur ein Markstein, sondern ein Meilenstein der Entwicklung. Die Dampf-Kolbenlokomotive beherrscht nicht mehr allein das Feld. Das Auftreten der elektrischen Lokomotive, die auf der Ausstellung stark vertreten war, sei hier nur gestreift, denn für den Wettbewerb zwischen Dampf- und elektrischen Lokomotiven sind weitausgreifende, teilweise auf nichttechnischem Gebiete liegende Fragen bestimmend. Was die Seddiner Ausstellung als Zukunftsfanal so hervortreten läfst, ist vielmehr das Auftreten der mit der Dampflokomotive den Vorzug des unabhängigen Energieträgers teilenden Turbolokomotive und der Diesellokomotive, die beide an dem schwachen Punkte der Dampfkolbenlokomotive altgewohnter Bauart, ihren schlechten thermischen Wirkungsgrad einsetzen. Welcher Erfolg diesen Neuerscheinungen beschieden sein wird, läfst sich ja noch keineswegs angeben. Für ortfesten Antrieb geht ja die Verwendung der Kondensation im Dampfbetrieb auf alte Zeiten zurück und die Dieselmaschine hat sich zu einer hochwirtschaftlichen betriebssicheren Maschine für diese Zwecke entwickelt. Die konstruktive Ausführungsmöglichkeit für die hinsichtlich Raum und Gewicht so sehr beschränkte Lokomotive haben die Erbauer ja gezeigt. Ob die Anpassung an die aufserordentlich schwierigen Betriebsbedingungen: bald eine höchste Zugkraft auf schwieriger Strecke, bald schnellste Fahrt bei voller Kraft, das einemal eine Fahrt mit wenigen Wagen, das anderemal Schleppen eines vollausgelasteten Zuges, — befriedigend und wirtschaftlich erfüllt werden kann, ob die gerade im Eisenbahnbetrieb erforderliche höchste Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit gewährleistet ist, in welcher Weise sich die verwickelten Einrichtungen in der Unterhaltung der Fahrzeuge auswirken —, das alles sind Fragen, die vorerst noch ihrer Beantwortung harren. Aber selbstverständlich: ohne Versuch werden sie nie gelöst werden und darum kann es nur lebhaft begrüfst werden, wenn die den Fortschritt bergenden Gedanken in die Tat umgesetzt werden.

## B. Schnell- und Personenzuglokomotiven.

Auf der Ausstellung waren die in Zusammenstellung 1 aufgeführten 7 Schnell- und Personenzugmaschinen zu besichtigen, von denen 1—3 und 6—7 der Reichsbahn gehören und 5 nach Ablauf der Versuche übernommen werden soll. Laufende Nummer 1—5 sind ausgesprochene Schnellzuglokomotiven. Die Vielfältigkeit ergibt sich aus der Verschiedenheit der bisherigen Länderbauarten.

Zusammenstellung 1.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 C 1 - h 4 v Sz.-Lok. D.R.G. S 36.17 (Bad. IV h) Maffei | 2 C 1 - h 4 v Sz.-Lok. D.R.G. S 36.17 (Bayr. S 3/6) Maffei | 1 D 1 - h 4 v D.R.G. S 46.17 (Sächs. XX HV) Hartmann | 2 C 1- Turbo-Heifsdampf-Kondensations-Lokom. Krupp | 2 C 1 - h 4 Sz.-Lok. Jug slavien Schwarzkopf | 1 D 1 - h 3 Pz.-Lok. D.R.G. P 46.19 (Preufs. P 10) Borsig | 2 C h 2 P.-Lok D.R.G P 35.17 (Preufs P 8 Hohenzollern, Linke-Hofmann u. A.W. Darmst. |
| Zylinderdurchmesser d H | 2×440 | 2×425 | 2×480 | Turbinenantrieb | 4×410 | 3×520 | 2×575 |
| Zylinderdurchmesser d N | 2×680 | 2×650 | 2×720 | | — | — | — |
| Verbundverhältnis | 1 : 2,39 | 1 : 2,57 | 1 : 2,25 | | — | — | — |
| Kolbenhub s . . . | 680 | 610/670 | 630 | | 650 | 660 | 630 |
| Triebraddurchmesser D . | 2100 | 1870 | 1905 | 1650 | 1850 | 1750 | 1750 |
| Kesselüberdruck p | 15 | 15 | 15 | 15 | 12 | 14 | 12 |
| Rostfläche R . . . | 5,0 | 4,5 | 4,5 | 3,1 | 3,0 | 4,0 | 2,64 |
| Heizfläche der Feuerbüchse H b | 15,6 | 14,36 | 15,46 | — | 15,06 | 17,51 | 14,58 |
| Heizfläche der Rohre H r . . . . | 209,2 | 200,84 | 209,66 | — | 111,45 | 203 | 130,38 |
| Gesamte Heizfläche f H . | 224,8 | 215,2 | 225,12 | 162 | 126,51 | 220,51 | 144,96 |
| Überhitzerheizfläche H ü . | 77,6 | 62 | 74 | 66 | 38,55 | 82 | 58,9 |
| Leergewicht G l . | 87,5 | 86,4 | 90,3 | ~ 106 | 62,8 | 100,4 | 70,7 |
| Dienstgewicht G d | 97 | 94,1 | 99,9 | ~ 115 | 69,2 | 110,4 | 78,2 |
| Reibungsgewicht G r . . . | 53,4 | 52,9 | 68,6 | — | 45,3 | 75,7 | 51,6 |
| Gröfste Geschwind. V gr | 100 | 120 | 100 | 100 | — | 100 | 100 |
| f H/R . . . . . . . . | 45 | 47,8 | 50 | 52,25 | 42,2 | 55,2 | 54,9 |
| H ü/f H . . . . . . . | 0,345 | 0,288 | 0,329 | 0,4075 | 0,304 | 0,372 | 0,406 |
| Zugkraftkonstante $C_1$ . . | 1497 | 1515 | 1716 | — | 1181 | 1530 | 1190 |
| Zugkraft $Z_i$ *) . . . | 8980 | 9100 | 10300 | — | 7090 | 10700 | 7140 |
| $Z_i$/G r . . . . . . . | 168,1 | 172 | 150 | — | 156,5 | 141,3 | 138,5 |
| J **) . . . . . . . . | 494 | 445 | 513 | — | 343 | 420 | 327 |
| J/f H . . . . . . . . | 2,195 | 2,07 | 2,28 | — | 2,71 | 1,905 | 2,257 |
| J/R . . . . . . . . . | 98,8 | 99 | 114 | — | 114,4 | 105 | 124 |

*) $Z_i = p_m . C_1$, worin $p_m = 0{,}4\,p$ bei Verbundlokomotiven $= 0{,}5\,p$ bei Lokomotiven mit einfacher Expansion.

**) J = Gesamtinhalt aller Auspuffzylinder.

Als geeignetste Bauart für die Flachlandschnellzuglokomotive darf für deutsche Betriebsverhältnisse auch für die nächste Zukunft die 2 C 1 Lokomotive bezeichnet werden. Sie erlaubt den ungehinderten Ausbau einer Feuerbüchse für Leistungen bis 2500 $PS_i$ bei Achsdrücken bis 20 t und bis etwa 2000 $PS_i$ bei 17 t Achsdruck. Die Bauart ist schon frühzeitig in schönen Bauformen von der Lokomotivfabrik Maffei, München entwickelt worden und durch die Nummern 1 und 2 der Zusammenstellung vertreten.

Die Nr. 1, die badische Type S 36.17 (früher IV h, Abb. 1) ist eine ausgesprochene Flachlandmaschine mit 2100 mm Treibraddurchmesser, bestimmt für den durchgehenden schweren Schnellzugverkehr auf den etwa 300 km langen Strecken Mannheim bzw. Heidelberg—Basel und für hohe Geschwindigkeiten. Sie wurde in den Abmessungen der Zusammenstellung 1 erstmals im Jahre 1918 beschafft, und folgte der

Abb. 1. 2 C 1-h 4 v Schnellzuglokomotive der vorm. Badischen Staatsbahn (IV. h) D. R. G. S 36.17.

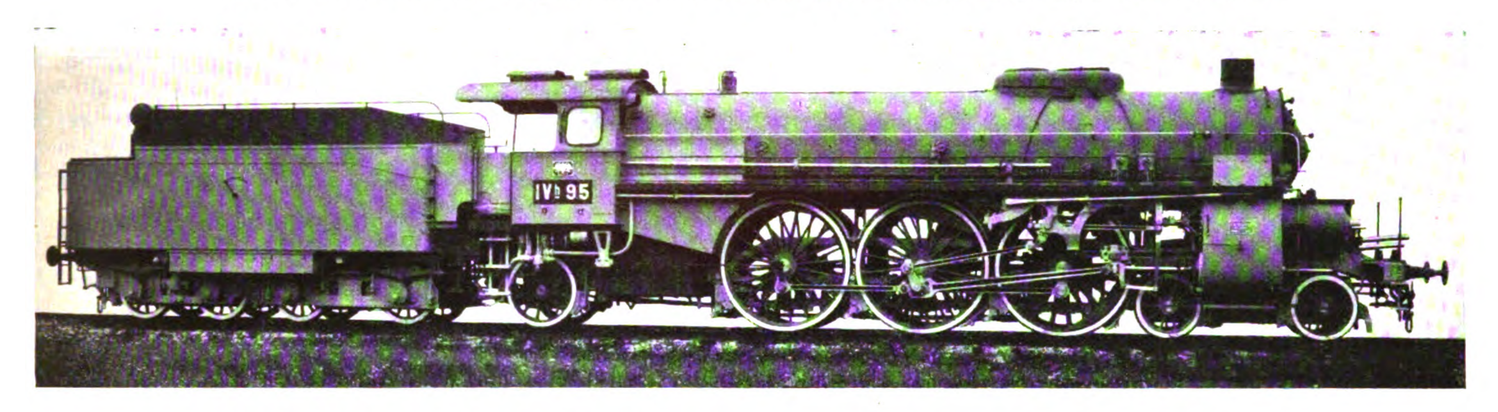
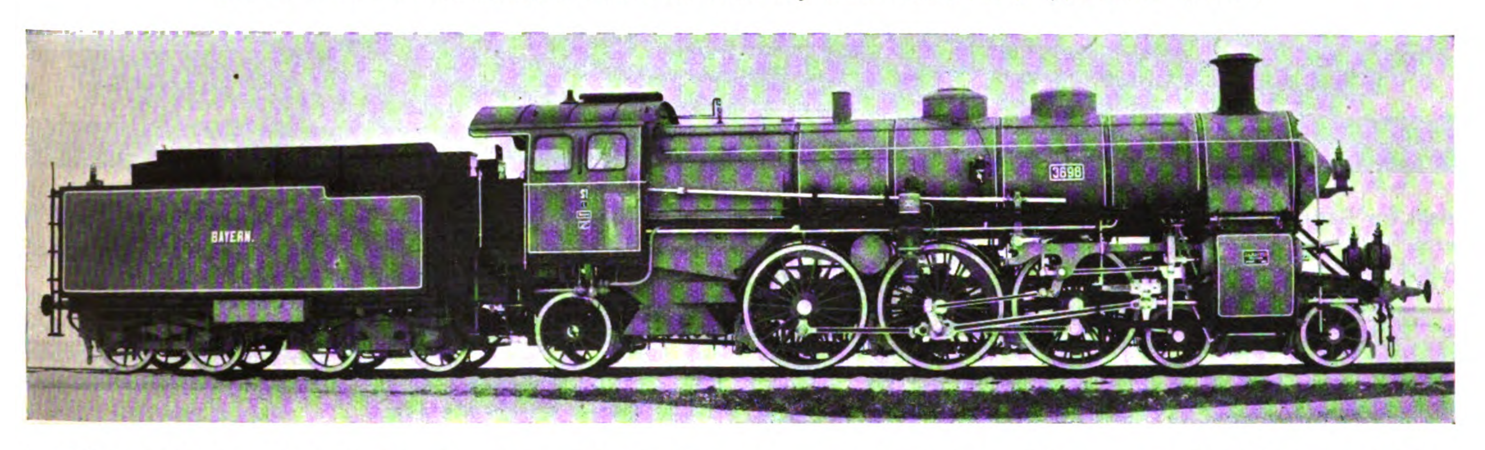



Abb. 2. 2 C 1-h 4 v Schnellzuglokomotive der vorm. Bayrischen Staatsbahn (S 3/6) D. R. G. S 36.17.




im Jahre 1908 für die badischen Staatsbahnen beschafften, auch für Gebirgsstrecken verwendbaren, 2 C 1 Lokomotive, der ersten in Deutschland, nach*). Es ist eine Vierzylinder-Heifsdampf-Verbundlokomotive, deren innen liegende Hochdruckzylinder auf die erste gekuppelte Achse und deren aufsen liegende Niederdruckzylinder auf die zweite gekuppelte Achse arbeiten. Jeder Zylinder besitzt einen eigenen Kolbenschieber, welche hintereinander auf einer gemeinsamen Schieberstange angeordnet sind, so dafs auf jeder Maschinenseite nur eine einzige äufsere Steuerung vorhanden ist. Die Lokomotive unterscheidet sich von ihrer Vorgängerin vor allem in einer Vergröfserung des Reibungsgewichtes von 49,6 t auf 53,4 t (Achsdruck also fast 18 t) und der Heizfläche (verdampfende H 224,8 gegen 208.7 qm, Überhitzerheizfläche 77,6 qm gegen 50,0 qm). Der Durchmesser der Triebräder wurde von 1800 auf 2100 mm vergröfsert. Die Lokomotive ist mit einem Speisewasservorwärmer Bauart Wehrle, einer Kolbenspeisepumpe Bauart Knorr und einer selbsttätigen Vorrichtung zur Verhütung des Kaltspeisens bei geschlossenem Regler versehen. Der Tender hat vier Achsen, wovon die beiden vorderen in einem Drehgestell vereinigt sind, während die zwei hinteren Achsen, um den Gesamtradstand zu verringern, fest im Tenderhauptrahmen gelagert sind (sog. bayerischer Tender). Die vorletzte Achse hat geschwächte Spurkränze. Bemerkenswert an der Maschine ist die ungewöhnlich grofse Rostfläche von 5 qm (fH/R = 45, bei der vorausgegangenen Lokomotive noch 4,5 qm), die trotz Vorhandenseins eines Spindelkipprostes für nötig erachtet wurde, um 300 km ohne Verminderung der Dampflieferung zu durchfahren. Es ist ohne weiteres ersichtlich, dafs eine derartige Maschine bei geringer Belastung und Ruhe im Feuer recht grofse Kohlenmengen verbraucht und so die Gesamtwirtschaft herabzieht. Bei strenger Durchführung niedriger Feuerhaltung hätten sich die mit der Lokomotive erreichbaren 2200 $PS_i$ mit etwa 4,2 qm Rostfläche erreichen lassen.

Hiervon abgesehen ist die Lokomotive in allen Abmessungen gut abgestimmt und recht leistungsfähig.

Der IVh ähnlich, jedoch in allen Abmessungen etwas kleiner, ist die ebenfalls von Maffei entworfene und gebaute bayrische 2 C 1 Lokomotive der Gattung S 36.17 (früher S 3/6 Abb. 2). Sie wurde erstmals im Jahre 1908 kurz nach der oben erwähnten ersten badischen Lokomotive gebaut. Die ausgestellte Lokomotive zeigt die allerneueste Ausführung. Es ist eine Vierzylinder-Heifsdampf-Verbundlokomotive, deren sämtliche Zylinder auf die zweite gekuppelte Achse arbeiten. Jeder Zylinder besitzt einen eigenen Kolbenschieber, jedoch werden die Schieber je eines Hoch- und Niederdruckzylinders von einer einzigen äufseren Steuerung angetrieben. Die Lokomotive ist

*) Organ 1908, S. 141.

mit einem Speisewasservorwärmer, Bauart Maffei, Kolbenspeisepumpe und selbsttätiger Vorrichtung zur Verhütung des Kaltspeisens bei geschlossenem Regler versehen. Die Umsteuerung wird durch eine einfache Hilfsvorrichtung wesentlich erleichtert. Der Tender hat vier Achsen, wovon die beiden vorderen in einem Drehgestell vereinigt sind, während die zwei hinteren Achsen fest im Tenderhauptrahmen gelagert sind.

Die Lokomotive ist keine reine Flachlandmaschine mehr, sondern durch ihren Treibraddurchmesser von 1870 mm dem Dienst auf Hügellandstrecken angepafst. Allerdings ist sie ebenso wie die bisherigen preufsischen 2 C-Schnellzuglokomotiven ähnlichen Reibungsgewichtes (die als veraltet nicht mehr ausgestellt wurden) zur Beförderung der jetzt üblichen Schnellzüge von 540—580 t auf 10 $^0/_{00}$ Steigung nicht mehr völlig zureichend.

Ihre Leistung in PS ist rechnerisch nicht leicht zu bestimmen, da die Entwurfsfirma, um viel Leistung bei geringem Kesselgewicht unterzubringen, den Abstand der Heiz- und Rauchrohre voneinander kleiner gemacht hat als allgemein üblich. Da nun die Dampfentwicklung durch die schmalen Wasserstege etwas verringert wird, kann die Heizfläche von 215 qm kaum voll in Anrechnung gebracht werden. Immerhin dürften 1800 $PS_i$ sich mühelos erreichen lassen. Der Rost ist grofs gehalten und erlaubt ein zeitweiliges Überanstrengen des Kessels. Die Überhitzerheizfläche ist sichtlich zu klein gehalten und genügt nicht zur Erzielung hoher Dampftemperaturen, auch dann nicht, wenn man annimmt, dafs der Dampf aus dem eng gesetzten Rohrbündel trockener als sonst aufsteigt.

Die Maschine ist, wie die meisten Maffei-Lokomotiven, in allen Einzelheiten vorzüglich durchgebildet. Der Stahlgufsträger z. B., der die Steuerwelle, Schwinge und den Voreilhebel trägt, ist ein ausgezeichnetes Hilfsmittel für genauen Zusammenbau. Ferner ist bemerkenswert ein sehr übersichtlich angeordneter Dampfentnahmestutzen*), der sich leider bei der hohen Kessellage noch gröfserer Lokomotiven nicht mehr im Profil unterbringen läfst.

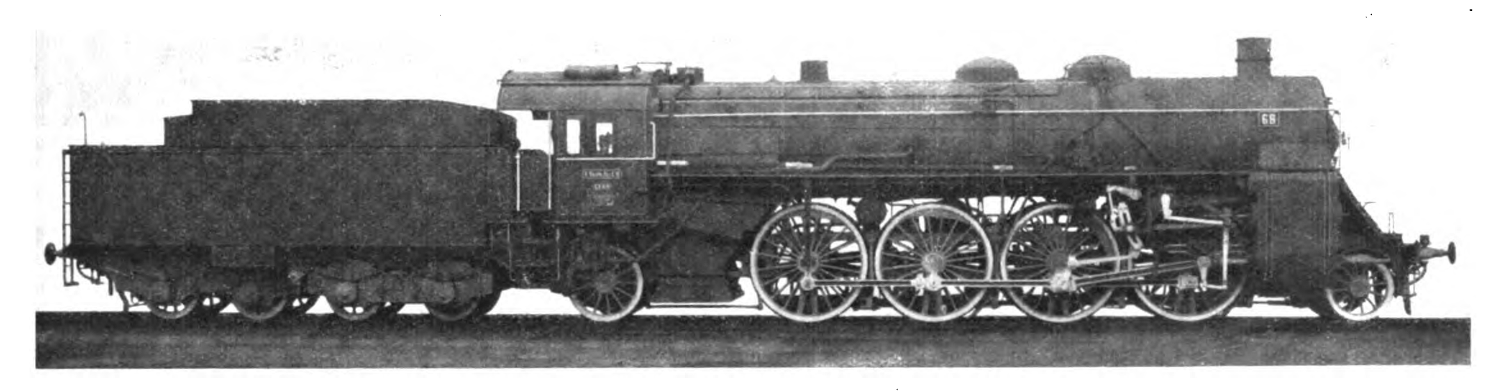
Die Nr. 3 der Zusammenstellung 1 ist die erste deutsche Schnellzuglokomotive mit vier gekuppelten Achsen (S 46.17, früher Sächs. XX H. V., Abb. 3). Sie wurde im Jahre 1918 für die Strecke Reichenbach—Hof mit langen Steigungen von 10 $^0/_{00}$ und anschliefsenden Flachlandstrecken entworfen und gebaut. Das Hügelland verlangte mehr als drei gekuppelte Achsen, das Flachland hohe Geschwindigkeiten. Um beiden Anforderungen einigermafsen gerecht zu werden, wurde ein Treibraddurchmesser von rund 1900 mm gewählt und das Reibungsgewicht auf 68,6 t erhöht. Die Achsanordnung 1 D 1 mit Kraufsgestell vorn und Schleppachse hinten hat sich im Betriebe durchaus bewährt und beweist, dafs es für eine gute Führung nicht auf ein reines Laufachsdrehgestell, sondern vor allem auf langen Radstand des führenden Zweiachsgestelles ankommt. Da bezüglich der Geschwindigkeit auf der Steigung keine überhohen Ansprüche gestellt wurden, war es mithin möglich, mit einer 1 D 1 Lokomotive auszukommen und einen gröfseren Gewichtsanteil als bei einer 2 D 1 für die Reibung nutzbar zu machen.

*) Vergl. Organ 1923, S. 210.

Die Leistung der Maschine sollte der Heizfläche nach sich rechnerisch über 2000 $PS_i$ steigern lassen. Da jedoch die Überhitzerheizfläche verhältnismäfsig klein ist und die Heizrohre selbst für ihre ungewöhnliche Länge von 5800 mm mit 52 mm l. W. relativ zu weit sind, liefsen sich bisher nicht mehr als etwa 1800 bis 1900 $PS_i$ erreichen. Ein für die Zukunft beabsichtigter Kesselumbau wird die Leistung auf 2100 $PS_i$ steigern. Die Feuerbüchse ist breit gehalten und liegt gänzlich hinter den gekuppelten Achsen. Der Gewichtsverteilung wegen wurde die Halsplatte so schräg wie angängig gelegt.

Zum Antriebe wurde die Vierzylinder-Verbundbauart gewählt, wobei alle Stangen auf die zweite gekuppelte Achse arbeiten. Es ist reichlich zweifelhaft, ob bei Verwendung einer Maschine unter stark wechselnden Steigungsverhältnissen noch eine Dampfersparnis durch Verbundwirkung erreichbar ist. Der Betrieb hat doch schon gezeigt, dafs bei unvermeidlichen Änderungen des Leistungsprogramms die Verbundmaschine schwerer leidet, als die mit einstufiger Dehnung. Nach Erhöhung der Zuggewichte von 450 auf 500 bis 550 t liefs sich die angestrebte Geschwindigkeit von 65 km/Std. auf 10 $^0/_{00}$ nicht mehr annähernd erreichen, und das Anfahren schwerer Züge auf dieser Steigung macht trotz der Lindnerschen Anfahrvorrichtung ungleich mehr Schwierigkeiten als bei einer Dreizylinderlokomotive mit ihrem gleichmäfsigen Drehmoment der Fall wäre. Der Tender ist wie bei Nr. 1 und 2 der Zusammenstellung mit Drehgestell vorn und zwei enggestellten festen Laufachsen hinten versehen worden.

Abb. 3. 1 D 1-h 4 v Schnellzuglokomotive der vorm. Sächsischen Staatsbahn (XX H. V.) D. R. G. S 46.17.



Die gleiche Achsanordnung 2 C 1 zeigte auch die Kruppsche Heifsdampf-Turboschnellzuglokomotive mit indirekter Kondensation und Verdunstungsrückkühlung (Zusammenstellung 1, Nr. 4, Abb. 4), die einen der Hauptanziehungspunkte der Ausstellung bildete.

Da sie schon mehrfach eingehend beschrieben und besprochen worden ist (u. a. in den Kruppschen Monatsheften August-September 1924 von Dr. R. Lorenz, Organ 1925 Heft 1 und 2 vom Verfasser), soll hier von einer Beschreibung abgesehen werden. Hier sei nur auf die Zahlen der Zusammenstellung 1 hingewiesen, die im Vergleich zu Auspufflokomotiven recht interessant sind. U. a. konnte für 100 km Höchstgeschwindigkeit (eine etwas knappe Grenze für den Schnellzugbetrieb) wegen des Fehlens der hin- und hergehenden Massen und der Kolbengeschwindigkeitsgrenze ein Treibraddurchmesser von 1650 mm, d. h. n > 5 Umdr./Sek. gewählt werden. Die Gröfse der Heizfläche zeigt deutlich den Vorteil der wirtschaftlicheren

Dampfausnutzung bei dieser für eine Leistung von 2000 $PS_i$ an der Blindwelle gebauten Maschine und der selbst für diese Heizfläche noch verhältnismäfsig kleine Rost den thermischen Vorteil der höheren Temperatur des Kesselspeisewassers infolge seiner zweistufigen Vorwärmung in Abdampf- und Abgasvorwärmern.

Die Lokomotive mufste der Ausstellung wegen ihre Prüfstandsversuche in Essen unterbrechen und setzt sie nach Schlufs der Ausstellung fort, ehe sie von der Reichsbahn Betriebsversuchen unterworfen wird. Es war jedoch möglich, sie kurz vor der Eröffnung der Ausstellung einer Probefahrt von 300 km Länge zu unterziehen, die ergab, dafs die Maschine günstige Fahreigenschaften hat, dafs die Bedienung während der Fahrt sich einfacher gestaltet als vorausgesehen und dafs alle Bauteile und Apparate ordnungsgemäfs zusammenarbeiten. Einzelne anfängliche Mängel sind erkannt worden und werden anläfslich der Prüfstandsversuche beseitigt werden. Bemerkenswert war, dafs die Lokomotive beim Anfahren zum Radschleudern neigte, also das Reibungsgewicht reichlich ausgenützt ist.

Als einzige aufserdeutsche Schnellzuglokomotive ist von der Berliner Maschinenbau A.-G. vorm. Schwarzkopff eine ihrer für die Jugoslavischen Staatsbahnen gelieferten 1 C 1 Heifsdampf-Vierlingslokomotiven ausgestellt worden (Zusammenstellung 1, Nr. 5). Der geringe Treibraddurchmesser kennzeichnet diese Lokomotive noch mehr als Abb. 3 als eine reine Hügellandmaschine und als einen Grenzfall zwischen Schnell- und Personenzuglokomotiven. Das Bauprogramm sah die Beförderung von Zügen von 260 t Gewicht auf langen Steigungen von 12,5 ‰ mit 50 km/Std. und von 5 ‰ mit 75 km Std. vor. Die Heizfläche entspricht etwa 1250 $Ps_i$ Maschinenleistung, die ungewöhnlich grofse Rostfläche ist auf die zu verfeuernde minderwertige Kohle zurückzuführen; das Programm der Steilstrecke ist also mit Sicherheit zu erfüllen, das der Steigung von 5 ‰ mit Leichtigkeit.

Die Maschine ist noch mit Blechrahmen ausgeführt, was bei dem aus Gewichtsrücksichten sehr lang auseinandergezogenen Radstand kleine Gewichtsvorteile verspricht. Die erste Kuppelachse ist mit der führenden Laufachse durch ein Kraufsgestell verbunden. Der besseren Beweglichkeit in engen Krümmungen wegen wurde dem Drehzapfen des Gestells noch ein Seitenausschlag von 18 mm gegeben. Da auch die Schleppachse seitenbeweglich ist, ergibt sich kurzer fester Radstand und genügende Führungslänge bei allen verlangten Geschwindigkeiten.

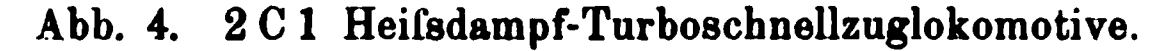
Für die verhältnismäfsig kleine Leistung wäre ein einfaches Zweizylindertriebwerk völlig ausreichend gewesen, doch wären dessen Gegengewichte ohne unzulässige Überschreitung der freien Fliehkräfte für den geringen zulässigen Achsdruck von 15 t kaum unterzubringen gewesen. Das Fahrzeug mufste hier also dem unzureichenden Oberbau zu Liebe vielteilig gestaltet werden. Die Innenschieber werden durch Übertragungshebel von der Aufsensteuerung mit angetrieben.

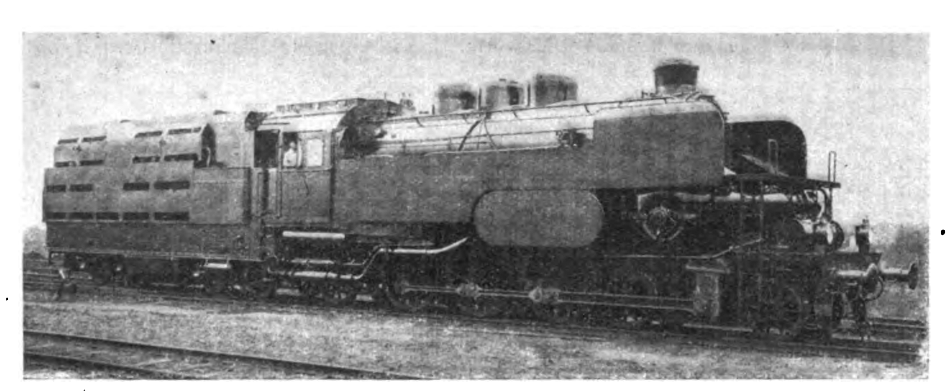
Äufserlich kennzeichnend ist für die Maschine u. a. der auf dem Kessel liegende Schlammabscheider Bauart Pecz-Rejtö*), der hier hinter einen Abdampfvorwärmer geschaltet ist. Er arbeitet ähnlich wie der Winkelrostabscheider der Reichsbahn nach dem Grundsatz der Speisung in den Dampfraum, verlegt jedoch die Abscheidung in einen mit dem Kessel verbundenen Vorraum. Bei sehr weitem Dampfübertrittsrohr zum Vorraum läfst sich die Ausfälltemperatur der Sinkstoffe schnell erreichen, doch kann der Oberkessel schwerlich grofs genug gehalten werden, um die stets aufkommenden grofsen Schlammengen aufzuspeichern. Ein grofser Teil des Schlamms wird also dennoch in den Kessel übertreten und mufs hier durch Abschlammen beseitigt werden.

Die Maschine ist leicht und elegant gebaut und wird den gestellten Anforderungen gut entsprechen.

Die eigentlichen Personenzuglokomotiven, für die in Preufsen schon seit langem und künftig auch für die Reichsbahn ein einheitlicher Treibraddurchmesser von 1750 mm festgelegt ist, waren auf der Ausstellung nur durch zwei ehemals preufsische Gattungen vertreten.

Die P 46.19 (früher P 10, Zusammenstellung 1, Nr. 6, Abb. 5) darf als allgemein bekannt vorausgesetzt werden; sie ist in Glasers Annalen 1922 Heft 1089 und 1090 von Ministerialrat Fuchs eingehend beschrieben worden. Die ausgestellte Maschine ist aus der letzten Lieferung entnommen worden und zeigt die neueste Ausführung mit Windleitblechen.


Abb. 4. 2 C 1 Heifsdampf-Turboschnellzuglokomotive.



Die Maschine konnte ihres ruhigen Laufs wegen eine Höchstgeschwindigkeit von 110 km/Std. erhalten und dient zur Beförderung von schweren Schnell- und Personenzügen im Hügelland und auf anschliefsenden Flachstrecken. Hierfür macht sie das Reibungsgewicht von 75,7 t, die Dampfleistung von 2000 $PS_i$ und das gleichmäfsige Drehmoment der Dreizylinderanordnung gut verwendbar. Mit ihrer durchschnittlichen Achsbelastung von ~ 18,9 t auf den gekuppelten Achsen ist sie dem Umbauprogramm für die Brücken vorausgeeilt und unterliegt daher noch bis zum April 1925 Fahrbeschränkungen. Ihre reichlich schwere Bauart (55 kg Dienstgewicht für 1 $PS_i$) macht sie zwar teuer in der Anschaffung, dürfte sich aber in der Unterhaltung günstig auswirken.

Neben der P 46.19 ist noch in drei Ausführungen die erstmals im Jahre 1906 beschaffte, in mehr als 3000 Stück vorhandene ehemals preufsische P 8 (jetzt P 35.17, Zusammenstellung 1, Nr. 7, Abb. 6) ausgestellt. Nach einer Reihe anfänglich erforderlicher Abänderungen hat sie sich als äufserst vielseitig verwendbar und sparsam gezeigt, so dafs sie heute, obwohl tatsächlich längst durch die Entwicklung überholt, als eine der beim Personal beliebtesten Gattungen und wohl als die überhaupt verbreitetste angesprochen werden kann.

Die Maschine hat Blechrahmen, ein führendes Drehgestell mit 40 mm Ausschlag nach jeder Seite und drei feste Achsen, deren

*) Organ 1923, S. 190.

mittlere angetrieben wird. Die Leistung erreicht 1450 $PS_i$. Die Maschine dient zur Beförderung schwerer Personen- (und gelegentlich auch Schnell-) züge im Flachland und mittelschwerer Personen- sowie leichter Schnellzüge im Hügelland Viele Nachbeschaffungen bis zum Jahre 1922 zeigen ihre Bewährung*).

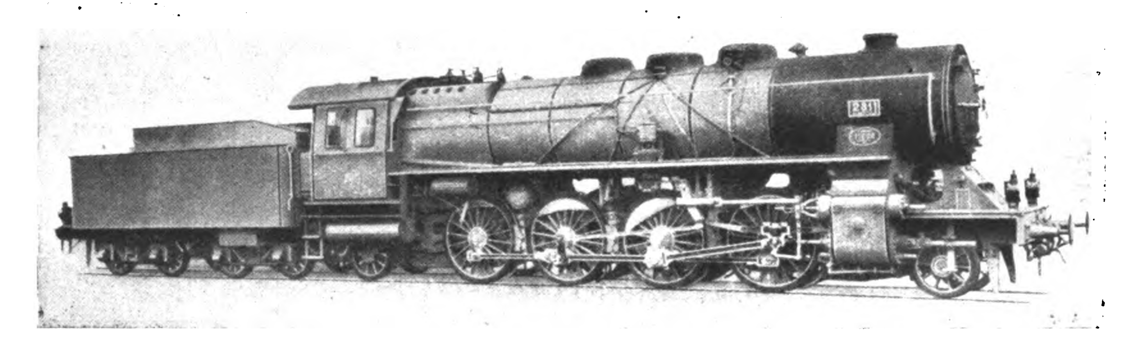
Die von der Lokomotivfabrik Hohenzollern in Düsseldorf ausgestellte P 35.17 zeigt die Regelausführung. Die zweite, erbaut von den Linke-Hofmann-Lauchhammer-Werken in Breslau, ist versuchsweise mit Lentz-Ventilsteuerung versehen worden.

Die Ausführung ist die neuere Lentz'sche Anordnung mit liegenden Ventilen, aber noch ohne die von den Österreichischen Bundesbahnen angebrachten Verbesserungen. Die Nockenwelle liegt wagrecht quer zur Längsachse der Lokomotive und wird von einer normalen Heusingersteuerung schwingend bewegt. Der ganze Ventilkasten ist oben auf die Zylinder aufgeschraubt, so dafs die Teilungsfuge durch die Dampfkanäle geht. Nach der Absicht des Erfinders sollen diese Ventilkästen freizügig sein und beim Schadhaftwerden ausgetauscht und in Sonderwerkstätten wiederhergestellt werden. Bei der vorliegenden Anordnung mufs der stofsfreie Anlauf des Nockens an den Ventilstöfsel durch die entsprechende Gröfse einer in den Ventilstöfsel eingebauten gehärteten Laufrolle gesichert werden, d. h. es ist nicht zu vermeiden, dafs jede Zwillingslokomotive acht Laufrollen verschiedenen Durchmessers hat und beim geringsten Verschleifs sowie beim Nachschleifen der Ventile Ersatzrollen gröfseren oder kleineren Durchmessers eingebaut werden müssen. Die schon erwähnte österreichische Anordnung, bei der der Ventilstöfsel indirekt angetrieben wird, vermeidet diesen offenbaren Mangel, indem sie einen doppelarmigen Antriebshebel vorsieht, dessen rückwärtiger (fester) Drehpunkt fein einstellbar ist.

Die ausgestellte Maschine ist eine Reihe von Monaten im Parallelbetriebe mit einer gleichzeitig gelieferten P 35.17 der Regelbauart gelaufen und für die Ausstellung aus dem Betriebe gezogen worden. Bei den zuerst vorgenommenen Versuchsfahrten des Lokomotivversuchsamtes zeigte sich keinerlei Unterschied in Verbrauchs- und Leistungsziffern; die Dampfschaulinien der Lentzmaschine wiesen die Eigentümlichkeiten aller Ventilsteuerungen für veränderliche Drehzahl auf: sehr frühe Voreinströmung bei niedriger, zu späte bei hoher Drehzahl, d. h. hohe Gegendrücke zu Zeiten, wo eine möglichst völlige Schaulinie erwünscht ist, und niedrige zu Zeiten, wo grofse Verzögerungsdrücke des Gestänges frühe Einströmung erfordern. Die anschliefsenden Betriebsversuche haben bisher noch keine nennenswerten Vorteile einer der beiden Vergleichsausführungen in Brenn- und Schmierstoffverbrauch und Unterhaltungskosten ergeben.

*) Sie ist beschrieben: Garbe, die Dampflokomotive der Gegenwart 1920, S. 407; Brückmann Heifsdampflokomotive mit einfacher Dehnung des Dampfes, S. 1003.

Abb. 5. 1 D 1 - h 3 Personenzuglokomotive der vorm. Preufsischen Staatsbahn (P 10) D. R G. P 46.19.



Die dritte, vom Eisenbahn-Ausbesserungswerk Darmstadt ausgestellte P 35.17 Lokomotive bot für Betriebs- und Werkstättenfachleute besonderes Interesse, denn sie sollte zeigen, wieviel verschiedene, nicht austauschbare Ausführungsformen wichtiger Bauteile, besonders Armaturstücke, an den verschiedenen Lokomotiven einer Gattung z. Z. noch vorhanden sind, die eine einheitliche, fabrikmäfsige Wiederherstellung und Lagerhaltung bisher unmöglich machten.

Die Studie, die jetzt zur Beseitigung der Spielarten und hoffentlich zur einheitlichen Durchbildung des vorhandenen Lokomotivparks führen wird, ist eingehend im Vortrag des Oberregierungsbaurats Iltgen (Novemberheft der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure) enthalten. Hier soll nur kurz auf die Ursachen dieses unzweifelhaft bestehenden Mangels hingewiesen werden.

Eine Ursache der Ungenauigkeit liegt bereits in der bisher üblichen Art der Herstellung der Lokomotiven und in ihrer Abnahme. Die von der Urheberfirma herstammenden Zeichnungen wurden von den nachbauenden Firmen der überall verschiedenen Werkorganisation zuliebe vielfach umgezeichnet. Wenn eine gröfsere Anzahl von Blättern in verhältnismäfsig kurzer Zeit von nicht durchaus geschultem Personal umgezeichnet werden soll, ist das Einschleichen von Mafsfehlern praktisch unvermeidlich. Ferner wurden die Fertigungslehren ohne Vergleich mit anderen Herstellern von jedem Werk für den eigenen Bedarf angefertigt. Endlich wurde auch gelegentlich in den Werkstätten einzelner Fabriken eigenmächtig von den Zeichnungen abgewichen; z. B. um falsch bearbeitete Stücke verwenden zu können. Die bisherige Art der Stichprobenabnahme liefs solche Fehler, von denen natürlich die leitenden Werkbeamten ebenfalls nichts erfahren durften, unbemerkt durchschlüpfen. Das ging so weit, dafs z. B. bei einer Lokomotive die Zahl der Dampfdombefestigungsschrauben von der Zeichnung abweichend vorgefunden wurde.

Solche Mängel in der Herstellung sind nur dadurch zu vermeiden, dafs einerseits jedes Umzeichnen der Urheber-Zeichnungen unterbleibt, dafs ferner jede Lokomotivfabrik sich eine einwandfrei arbeitende Werkkontrolle für alle Bauteile einrichtet, diese nach einheitlich hergestellten Lehren prüft, und schliefslich, dafs die Abnahme seitens des Käufers sich so lange auf alle bindenden Mafse jedes Bauteils erstreckt, bis eine völlig zeichnungsgemäfse und mafshaltige Herstellung sichergestellt ist.

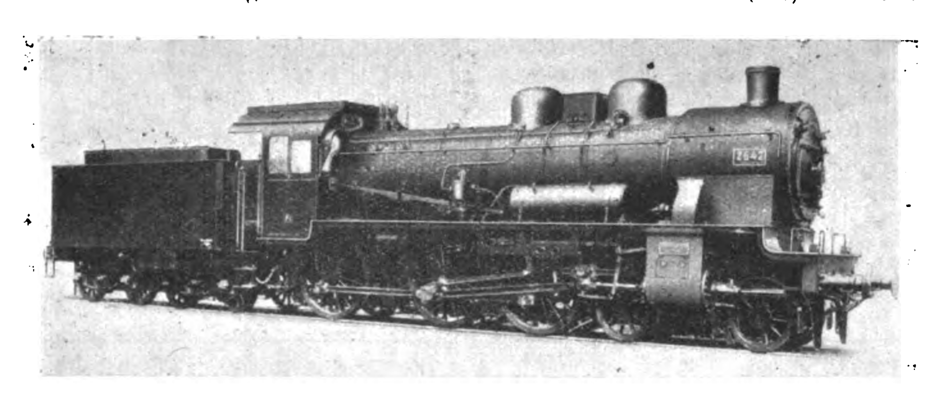
Eine weitere, ebenso wichtige Ursache für Abweichungen von der Bauform liegt jedoch im inneren Dienst der Reichsbahn. Selbstverständlich müssen einwandfrei erkannte Mängel der Bauart behoben werden. Es mufs jedoch, falls nicht überhaupt Unmögliches vorgeschlagen ist, in jedem einzelnen Falle eingehend geprüft werden, ob nur eine persönliche Ansicht oder Vorliebe dem Vorschlag zugrunde liegt oder ein wirklicher Übelstand zu beseitigen ist. Im ersteren Falle wird man ohne

Schaden von einer Bauartänderung abgehen können, im letzteren mufs man sie unbedingt vornehmen. Hierbei mufs aber leitender Gesichtspunkt sein, dafs die vorhandenen fehlerhaften Teile sämtlich nach und nach beseitigt werden müssen, wobei die Änderung auf möglichst zweckentsprechendem und billigem Wege erreicht werden mufs.

Auch beim Einbau neuer Bauteile mufs Rücksicht auf möglichst einfache nachträgliche Anbringung an den vorhandenen Lokomotiven genommen werden. Die einheitlich an alle Eisenbahnausbesserungswerke hinausgehenden Änderungsaufträge müssen aber dann auch pünktlich erledigt und nicht nach eignem Ermessen beliebig lange zurückgestellt werden. Die eingeführt werden. Bei der seit dem Kriegsbeginn durchgeführten ziemlich grofsen Freizügigkeit der Lokomotiven führt das zu endlosen Erschwerungen in den Werkstätten.

Daneben gibt es aber noch eine dritte Art von Bauartänderungen, die wohl die verhängnisvollste sein dürfte. Tatfreudige Dienststellenvorsteher und Vorstände von Maschinenämtern und Werkstätten nehmen ohne Kenntnis der Zentralstelle und entgegen allen nur zu begründeten Verboten eigenmächtig versuchsweise oder endgültig Bauartänderungen vor. Die Zentralstelle darf froh sein, wenn sie nachträglich davon benachrichtigt wird und so erfährt, dafs eine bereits mehrfach ohne Erfolg erprobte Änderung nun wieder einmal erprobt

Abb. 6. 2 C-h 2 Personenzuglokomotive der vorm. Preufsischen Staatsbahn (P 8) D. R G. P 35.17.



Behebung eines wesentlichen Mangels bedeutet stets eine Ersparnis, auch wenn zuerst damit Aufwendungen verknüpft sind.

Anträge auf Bauartänderungen sind bei der grofsen Zahl des an den Lokomotiven beschäftigten Personals zahlreich und dankenswert, wenn sie wohl überlegt sind und dem vorhandenen nicht nur etwas anderes, sondern etwas besseres entgegenhalten. Sie dürfen jedoch nicht, wie häufig der Fall, ohne eingehende Prüfung durch eine gröfsere Zahl anderer Betriebsstellen zu einer Bauartänderung führen; denn meist zeigt sich, dafs an anderen Stellen entgegengesetzte Beobachtungen gemacht worden sind. Bei solchen Gutachten müssen auch die Stimmen gewogen, nicht nur gezählt werden; das bedeutet, dafs der Konstruktionsbeamte der Zentralstelle sich in laufender Fühlung mit Betrieb und Werkstätten halten mufs, dafs er persönlich den Fehlern nachgeht oder durch geschulte Reiseingenieure nachgehen läfst, und dafs niemals einzelnen Betriebsstellen freigestellt wird, gemäfs ihrer örtlichen Auffassung Bauartänderungen durchzuführen, die nicht allgemein wird. natürlich mit unnütz aufgewendeten Kosten. Bei manchem Fehlschlag wird auch versäumt an Stelle der Versuchsbauart die ursprüngliche Ausführung wiederherzustellen; meist aber »bewähren« sich solche Änderungen örtlich, so lange der Erfinder ihnen erhöhte Aufmerksamkeit widmet, und eine weitere Spielart ist geschaffen.

Die Dienstzucht mufs jeden verantwortlichen Beamten dazu bringen, vor der Änderung vorschriftsgemäfs sich an die Zentralstelle zu wenden und ihr nicht sein »besseres Ermessen« überzuordnen, dann aber sich der auf das überwiegende Urteil aller Betriebsstellen gegründeten Entscheidung der Zentralstelle zu fügen. Vornehmste Pflicht der Zentralstelle aber ist es, alle wertvollen Vorschläge auszusondern und möglichst ohne Zeitverlust und mit geringsten Kosten allgemein durchzuführen.

Nur so kann Einheitlichkeit der Bauart innerhalb der Lokomotivgattung und billige Reihenherstellung in den Eisenbahnwerken gesichert und kostspielige Flickarbeit in den hierfür nicht eingerichteten Betriebswerken vermieden werden.

(Fortsetzung folgt.)

## Gleisbau mit gestampfter Bettung.

Von Ministerialrat a. D. **Hundsdorfer**, München.

In allen Zweigen der Eisenbahntechnik pulst reges Leben. Auch die Unterhaltung der Gleise in Höhe und Richtung und ihre Lagerung auf der Bettung machten in den letzten Jahren Fortschritte. So wurde in den Schnellzugstrecken vielfach Sand und Kies durch Kleinschlag ersetzt, die Stöfse wurden durch Einbau von Meirhoferschen Betonrosten in die Bettung verstärkt und neuerdings wird in immer gröfserem Umfange die Handarbeit durch Maschinenarbeit — Einführung von Gleisstopfmaschinen — ersetzt. Die Art der Befestigung der Schwellen in der Bettung ist aber seit den ersten Tagen des Eisenbahnbaues gleich geblieben. Die Schwellen werden gestopft (gekrampt), indem mit dem Kramper (der Stopfhacke) der Bettungsstoff in horizontaler Richtung unter die Schwellen geschlagen oder bei Verwendung von Gleisstopfmaschinen gedrückt wird. Mit dieser Arbeit will man erreichen, dafs die Bettungsstoffe unter der Schwelle in lotrechter Richtung verdichtet werden. Der Zweck wird zwar mittelbar dadurch erreicht, dafs die einzelnen Steinstücke als Keile wirken; hierzu ist aber ein grofser Aufwand an Kraft erforderlich, wobei ein Teil des Schotters zerschlagen wird. Die Überlegung, dafs die Verfestigung der Bettung mit viel weniger Mühe erreicht wird, wenn die Bettung unmittelbar von oben nach unten zusammengeprefst wird, bewog mich, im Frühjahr 1921 bei Holzschwellenoberbau Versuche im kleinen anzustellen, ob nicht durch Stampfen der Bettung die Schwellen besser und ohne Schädigung der Bettungsstoffe gelagert werden können. Da die Versuche sich zu bewähren schienen, bildete ich das Stampfverfahren weiter aus und liefs in den Jahren 23/24 50 km Gleis anläfslich ihres Umbaues im Stampfverfahren ausführen. Diese Versuche lassen gute Erfolge erwarten; ich unterbreite deshalb das Stampfverfahren den Fachgenossen.

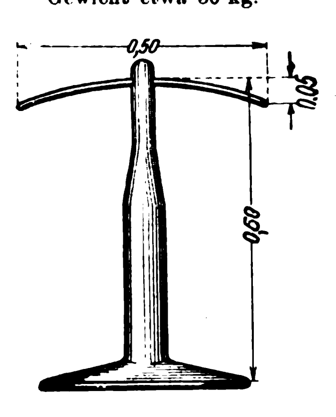
Um eine vollwertige Arbeit zu erzielen, soll die umzubauende Gleisstrecke auf die Dauer des Umbaues oder wenigstens für einige Stunden im Tage für den Betrieb gesperrt sein. Im

letzten Falle mufs alles gut vorbereitet sein; die Länge der täglichen Arbeitsstrecke mufs entsprechend der verfügbaren Zeit bemessen werden.

Zweckmäſsig ist vor Beginn des Umbaues die Richtung und Höhenlage des Gleises festzulegen. Auf Grund der Festpunkte sind sodann die Umbauabsteckungen für Richtung und Höhenlage der Bettungssohle (Unterbaukrone), der Schwellenunterkante und der Schienenoberkante herzustellen. Die Angaben für Schwellenunterkante und Bettungssohle sollen so angelegt werden, dafs mit Hilfe eines etwa 3,5 m langen Richtscheites die Fläche des Schwellenauflagers in ihrer ganzen Ausdehnung zwischen den einzelnen Höhenangaben bestrichen werden kann. Die Arbeit ist von vorneherein planmäſsig so einzuteilen, dafs alle Einzelarbeiten von einem Ende der Baustrecke an begonnen und von einer dafür bestimmten Arbeitergruppe gleichmäſsig über die Baustrecke hinweg bis zum anderen Ende durchgeführt werden. Nachstehend ist ein solcher Arbeitsplan zur Darstellung gebracht.

festgelagerten Unterbau wird der Schotter oder Kies in mehreren, etwa 10 cm hohen Lagen bis Schwellenunterkante aufgebracht. Hierbei ist jede Lage für sich mit Ausnahme eines 50 cm breiten, in der Gleismitte liegenden Streifens sorgfältig eben zu stampfen. Der Streifen von je 25 cm zu beiden Seiten der Gleisachse wird lockerer gelagert, damit die Schwellen, wenn sie sich unter dem Schienenauflager in die Bettung drücken, nicht reiten. Die abgesteckte Höhenlage der Schwellenunterkante mufs sehr sorgfältig eingehalten werden. Die Versuche haben gezeigt, dafs

Abb. 1.
Stampfer aus Pufferscheiben.
Gewicht etwa 30 kg.




**Gleiserneuerung auf gestampfter Bettung.**

**Arbeitsplan.**

Arbeitsplan für 9stündige Tagesarbeitszeit

Rottenstärke . . . . 36 Mann.
Tagesleistung . . . . 60 m Gleis- und Bettungserneuerung.
Die üblichen Arbeitspausen sind bei der schematischen Darstellung des Arbeitsvorganges nicht berücksichtigt.

| Einzelvorgänge | 30' | 1 | 30' | 2 | 30' | 3 | 30' | 4 | 30' | 5 | 30' | 6 | 30' | 7 | 30' | 8 | 30' | 9 | Summe der Stunden |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Abstecken und Vorbereiten (am Vortag) | | | | | | | | | | | | | | | | 16 | 16 | 24 | 28 |
| Alte Bettung zwischen den Schwellen ausheben | 36 | 36 | 36 | 12 | Mann | | | | | | | | | | | | | | 60 |
| Abbrechen der alten Oberbauteile | | | | 24 | „ | | | | | | | | | | | | | | 12 |
| Aushub und Reinigen der alten Bettung, Ebnen und Stampfen der Unterbaukrone | | | | | 36 | 36 | 24 | 12 | 8 | 8 | 8 | Mann | | | | | | | 66 |
| 1. Bettungsschichte einbringen und dreimal stampfen | | | | | | | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 4 | Mann | | | | | | 32 |
| 2. Bettungsschichte desgleichen | | | | | | | | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 8 | Mann | | | | | 34 |
| Bettung auf Schwellenunterkante abgleichen, letzte Schichte dreimal stampfen | | | | | | | | | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 8 | Mann | | | | 16 |
| Vorstrecken des neuen Gleises samt Lückenschlufs | | | | | | | | | | | | 16 | 16 | 16 | 20 | Mann | | | 34 |
| Ausgleich der letzten Höhenunterschiede durch Unterlegen der hohl liegenden Schwellen mit Grus oder Riesel | | | | | | | | | | | | | 4 | 4 | 4 | 8 | 8 | M. | 14 |
| Teilweises Verfüllen der Schwellen einschliefslich Stampfen | | | | | | | | | | | | | | 8 | 12 | 12 | 12 | 12 | 28 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Sa | 324 Std. |

Gleis außer Betrieb

Zur Befestigung der Bettung genügen Betonstöfsel wegen ihrer geringen Stampffläche nicht; als zweckmäſsig haben sich ebene Pufferscheiben erwiesen, die dem Schrot der Werkstätten entnommen werden können. Sie erhalten abwärts gebogene Handgriffe wie in Abb. 1 dargestellt.

Diese Form hat sich als die handlichste erprobt, da sich solche Griffe der natürlichen Handstellung am besten anschmiegen. Nach Aushub der alten Bettung ist die Erdkrone des Bahnquerschnittes mit vorgeschriebenen Erhöhungen gegen die seitlichen Bermen abzugleichen und festzustampfen. Letzteres ist besonders wichtig, weil sich sonst beim Stampfen der Bettungsstoff in die oft nachgiebige Unterbaukrone eindrückt und für den Bettungsquerschnitt verloren geht. Auf diesem

es möglich ist, mit dem Schotter allein ein völlig ebenes Schwellenlager herzustellen, auf dem der Oberbau verlegt werden kann.

Auf der ebenen und befestigten Bettung werden die Schwellen aufgelegt und das Gleis zusammengebaut. Die feineren Höhenunterschiede, die nach dem Einbau des Gleises noch verbleiben, sind durch Unterlegen der Schwellen mit Grus bei Schotterbettung und mit feinem Riesel bei Kiesbettung auszugleichen. Diese Grusschicht wird mit einem 3 mm starken Eisenblechrahmen unter die Schwellen gebracht. (Abb. 2.)

Sie ist unter die Schwellenfläche nur soweit einzubringen, als die Bettung gestampft wurde. Der Grus darf nicht mit anderen Geräten, z. B. der Schaufel unter die angehobenen

Schwellen gebracht werden, da hierbei das ebene Schwellenlager zerstört wird. In gleicher Weise werden einzelne Schwellen, die sich nach Inbetriebnahme des Gleises, im nächsten Frühjahr oder später senken, unterlegt.

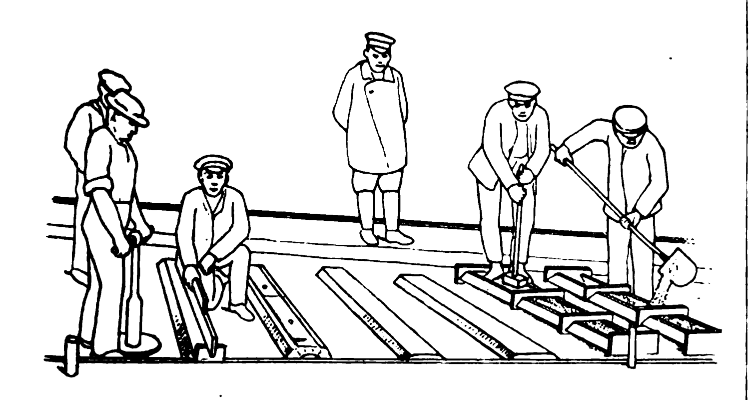

Abb. 2.



Wenn das Gleis in Richtung und Höhe festliegt, werden die Schwellen verfüllt. Der zwischen die Schwellen kommende Bettungsstoff ist ebenfalls einzustampfen, damit er sich mit der bis Schwellenunterkante gestampften Bettung verbindet und so bei Schienenwanderungen mehr Widerstand leistet. Das Gleis darf nicht zu lange befahren werden, ohne dafs die Schwellen vollständig eingefüllt sind. Nach längstens achttägigem Betrieb werden die etwa sich setzenden Schwellen in beschriebener Weise gehoben und sodann verfüllt.

Auch für Oberbau mit eisernen Schwellen wurde das Stampfverfahren durchgeführt. Oberbau mit eisernen Schwellen bedarf nach seinem Einbau noch mehrere Jahre der besten Unterhaltung, bis er sich gefestigt hat. Es ist dies natürlich, da beim Krampen fast nur der in dem Trog der Schwellen befindliche Schotter zusammengeprefst wird, während die ganze übrige Masse des Bettungsstoffes zwischen der Unterbaukrone

Abb. 3.



und dem Schwellentrog fast unberührt bleibt und erst durch den Betrieb allmählich zusammengedrückt wird. Das Verfahren ist bis zur Schwellenunterkante das gleiche wie vorbeschrieben. Auf diese gestampfte Bettung werden nun, ähnlich wie dies schon in Oldenburg für eiserne Querschwellen geschieht, hölzerne Rahmen, die die Form des Schwellentroges besitzen, an den Stellen, wohin die Schwellen zu liegen kommen, aufgesetzt und mit Schotter ausgestampft. (Abb. 3.)

Kleine Höhenunterschiede werden durch Stofsen mit dem Stampfer auf die Schwelle, wenn sie zu hoch liegt, wobei selbstverständlich Holzstöcke unterzulegen sind, ausgeglichen, andernfalls durch Unterlegen von etwas Grus. Zu diesem Zwecke werden die Schwellen etwas aufgehoben.

Die auf diese Weise hergestellte Bettung hat eine natürliche Lagerung und ein dichtes Gefüge, ohne die Wasserdurchlässigkeit zu beeinträchtigen. Der von den durchrollenden Zügen ausgeübte Druck wird von der Bettung aufgenommen und gut auf den Untergrund verteilt. Die Schwellen geben im Betriebe nur wenig nach. Eine gleichmäfsig gute Lage des Gleises ist die Folge. Das Stampfen erfordert bei gleicher Höhe der Bettung etwas mehr Bettungsstoff. Es ist dieses jedoch nur scheinbar, da bei gekrampten Gleisen im Laufe der folgenden Jahre die sich inzwischen setzende Bettung wieder nachgefüllt werden mufs. Sehr zu beachten ist, dafs die Bettungssohle vor Einbringen des Bettungsstoffes gut gestampft worden ist, damit nicht durch Eindrücken des Bettungsstoffes in die Unterbaukrone Verluste entstehen. Verschiedene Messungen haben ergeben, dafs unter Berücksichtigung des Nachhebens nach achttägigem Betrieb beim Stampfen 15 bis 20 % mehr Schotter notwendig ist, wobei festgestellt wurde, dafs die Schwellen sich in die gestampfte Bettung vollkommen gleichmäfsig um 12 mm eindrückten, während die gekrampte Bettung sich unregelmäfsig bis zu 36 mm eingedrückt hatte. Während nun beim Krampen die Bettung teilweise zerschlagen wird, was sich bei jeder Nachregulierung wiederholt, so dafs in etwa 20 Jahren je nach der Beschaffenheit des Bettungsstoffes mindestens 1/4 nachgefüllt werden mufs, bleibt der Bettungsstoff bei gestampfter Bettung völlig unbeschädigt, und da er auch in der Folge nicht berührt wird, erleidet er keinerlei Verluste. Der gröfste Vorteil, den die gestampfte Bettung mit sich bringt, liegt dann in der Unterhaltung. Zwei Mann, die die Strecke durchgehen, brauchen nur jene Schwellen, die sich etwas eingedrückt haben, anzuheben und mit dem weiter vorne beschriebenen Bleche etwas Grus unterzulegen.

Wenn auch die bisherigen umfangreichen Versuche ergeben haben, dafs mit dem Stampfen eine vorzügliche Gleislage geschaffen werden kann, bei deren Unterhaltung in grofsem Mafse Zeit und Arbeit gespart wird, so ist das Verfahren doch zu jung, um nicht noch weiter entwickelt werden zu können. Bevor ich meine Ausführungen schliefse, möchte ich daher eine Andeutung geben, in welcher Richtung Versuche im Gange sind, das Verfahren noch zu verbessern. So wurde vor kurzem versucht, das Stampfen durch das viel einfachere Walzen zu ersetzen. Bei richtiger Wahl der Walze kann ich schon jetzt sagen, dafs sich damit ausgezeichnete Ergebnisse erzielen lassen. Die Bettung wird hierdurch noch viel gleichmäfsiger gefestigt und es wird hierbei an Arbeitern gespart.

Einige Sorgfalt erfordert das gleichmäfsige Unterlegen nicht satt liegender Schwellen mit dem Blechrahmen. Vielleicht könnte mit dem Spritzverfahren die Hebung noch vereinfacht werden. Ich bin hierwegen mit einem Werk in Verbindung getreten und werde im nächsten Jahre Versuche hierüber anstellen. Ich denke mir das Verfahren so, dafs die zu hebenden Schwellen am Kopf von der Bettung blofsgelegt werden und mit einem kleinen, von zwei Mann getragenen oder auf einem Schubkarren gelagerten Spritzapparat Grus oder Kiesel bis zur festen Ausfüllung des hohlen Raumes zwischen Schwelle und Bettung eingeblasen wird.

Ich hoffe, dafs meine Ausführungen anregen werden, auch bei anderen Eisenbahnverwaltungen Versuche mit gestampfter oder gewalzter Bettung zu machen, zur Weiterentwicklung einer wirtschaftlichen Gleisunterhaltung.

## Aus amtlichen Verfügungen der Vereinsverwaltungen.

### Anweisung für die Ausführung von Zeitaufnahmen in Eisenbahnausbesserungswerken.

Mit Erlafs vom 2. Juli 1924 der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn ist die »Anweisung für die Ausführung von Zeitaufnahmen in Eisenbahnausbesserungswerken« zur Einführung genehmigt worden. Die Anweisung*), die als Heft 8 der Sammlung von Schriften für die Werkstätten erscheint, ist mit Spannung von den beteiligten Kreisen erwartet worden, weil sie dem längst empfundenen Bedürfnis, Zeitaufnahmen nach einheitlichen Grundsätzen vorzunehmen abhelfen soll.

Die in knapper Form, aber klar und eindeutig gehaltene Anweisung bezeichnet als Ziel und Zweck der Zeitaufnahmen, richtige Stückzeiten für das Gedingeverfahren zu ermitteln, die Abwicklung eines bestmöglichen Arbeitsganges festzustellen, Hemmungen im Arbeitsgang an Werkzeugmaschine, Werkzeug und Vorrichtung zu beseitigen, unzweckmäfsige Bewegungen des Arbeiters zu erkennen, geschätzte Stückzeiten in Streitfällen nachzuprüfen, Fehler in der Werkorganisation festzustellen, die Grundlage zu einer Arbeitsunterweisungskarte zu schaffen, Zeitnormen für häufig wiederkehrende Arbeitsgänge, Teilarbeitszeiten, Hand- und Maschinenzeiten sowie Verlustzeiten aufzustellen.

Die Zeitaufnahme umfafst die Aufschreibung der Teilarbeitszeiten eines jeden Arbeitsganges nebst den Verlustzeiten. Bevor mit den eigentlichen Zeitaufnahmen begonnen wird, sind die im Werk am meisten vorkommenden sächlichen und persönlichen Verlustzeiten durch einfache Beobachtung oder Zeitmessung zu ermitteln und in einen Sammelbogen einzutragen. Sie werden später bei der Bildung der Stückzeit verwertet als Häufigkeitswerte aus dem Verlustzeitsammelbogen.

Die Zeitaufnahme eines Arbeitsvorganges selbst wird durch Prüfung der organisatorischen Arbeitsvorbereitung, der Maschinen, Werkzeuge und Vorrichtungen, sowie durch eine Grobuntersuchung der Zweckmäfsigkeit der Arbeitsweise vorbereitet. Vorgenommen wird sie durch die Zeitaufnahme-Gemeinschaft, die aus dem Leiter und dem Zeitaufnehmer als ständigen Mitgliedern und dem ausführenden Arbeiter, dessen Meister und einem Vertrauensmann der Betriebsvertretung als nichtständigen Mitgliedern besteht.

*) Die Anweisung ist auch im Buchhandel erschienen und kann durch den Verlag H Apitz in Berlin W 57 zum Preise von ℳ 3.— bezogen werden.

In zweckmäfsig ausgestalteten Zeitbögen werden die beobachteten Zeiten und sonstigen Wahrnehmungen bei den Zeitaufnahmen eingetragen. Für jede Teilarbeit des Arbeitsganges, der nach Zurüstarbeit, Hauptarbeit und Abrüstarbeit geordnet wird, werden die Zeiten abgenommen. Die Hilfsmittel für die Zeitaufnahme bestehen lediglich aus 2 Zeitmessern, der Hauptuhr für die Messung der fortlaufenden Zeiten und der Unterbrechungsuhr für die Messung der Unterbrechungen und der Schreibunterlage mit Tragriemen und Uhrenträgern.

Die Auswertung der Zeitbögen ergibt mit Berücksichtigung der Verlustzeiten und sonstiger Zuschlagszeiten die gesuchte Stückzeit.

Besonders wertvoll erscheint, dafs nach jeder Zeitaufnahme eine Niederschrift über Wahrnehmungen aus dem Zeitbogen und Verbesserungsvorschläge zu fertigen ist. Die Durchforschung der Betriebe wird auf diesem Wege am besten erreicht. Die Ausarbeitung von Unterweisungskarten für die verschiedenen Arbeitsgänge bereitet auf Grund der Zeitaufnahmen keine Schwierigkeit mehr. Durch die der Anweisung beigegebenen Formblätter wird die Einführung des Verfahrens in den Werken sehr erleichtert.

Den Eisenbahnausbesserungswerken wird mit der Einführung des Verfahrens ohne Zweifel eine aufserordentliche Arbeit aufgebürdet. Die gesteckten Ziele sind aber so wertvoll, dafs sich jeder Aufwand sie zu erreichen lohnt. Eb.

# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

## Lokomotiven und Wagen.

### 2 C 1 und 1 D 1 - h 2 Lokomotiven der Bombay, Baroda und Central India Bahn.

(The Railway Engineer 1924, Mai.)

Die beiden neuen für den schweren Schnellzug- bzw. Güterzugverkehr der Bahn beschafften Lokomotivtypen sind dadurch bemerkenswert, dafs die Erbauerin, die Firma Kitson und Co. in Leeds, bei ihrem Entwurf von dem Bestreben nach weitestgehender Normalisierung sich hat leiten lassen, wie dies den neueren Bestrebungen im Lokomotivbau entspricht. So ist aufser dem Tender eine grofse Zahl von Teilen bei beiden Lokomotiven völlig gleich durchgebildet worden: die Laufradsätze und sämtliche Achslager mit Führungen, die Zylinder mit sämtlichen Triebwerks- und Steuerungsteilen, jedoch ohne die Kuppelstangen, ein Teil der Rahmenverbindungen, darunter besonders eine solche aus Flufseisengufs, die zwischen den Zylindern sitzt und zugleich als Rauchkammerträger ausgebildet ist, das Führerhaus, endlich noch der Kessel mit dem Aschkasten. Leider wird die doch sehr wesentliche Austauschbarkeit des Kessels verhindert oder doch zum mindesten sehr erschwert durch den Umstand, dafs wohl aus Gründen der Gewichtsverteilung die Rauchkammer bei den beiden Lokomotiven nicht völlig gleich ist.



Abb. 1. 2 C 1 - h 2 Lokomotive der Bombay, Baroda und Central India Bahn.

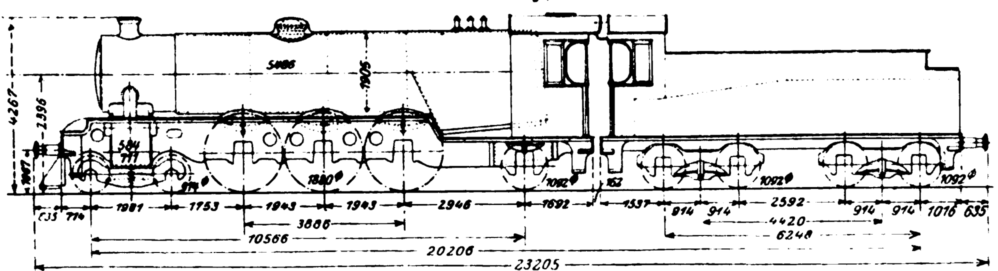
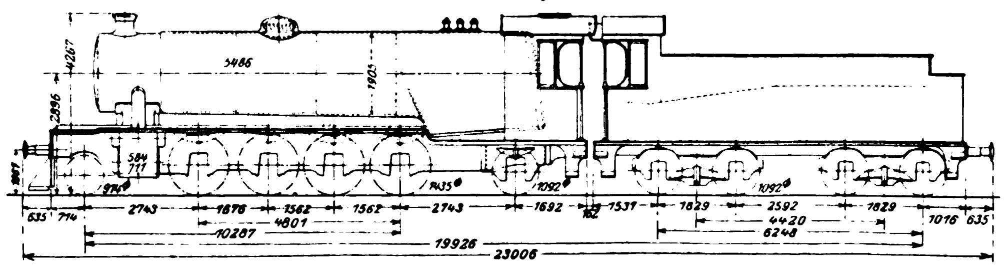



Abb. 2. 1 D 1 - h 2 Lokomotive der Bombay, Baroda und Central India Bahn.




Die Lokomotiven sind für breite Spur von $5^{1}/_{2}'$=1676 mm gebaut. Sie haben Blechrahmen und Aufsenzylinder. Bei der 2 C 1 Lokomotive treiben diese die zweite, bei der 1 D 1 Lokomotive die dritte Kuppelachse an. Zur Dampfverteilung dienen Kolbenschieber von 279 mm Durchmesser mit innerer Einströmung, die von einer ebenfalls aufsen

liegenden Heusinger-Steuerung bewegt werden. Die Einströmrohre liegen aufserhalb der Rauchkammerund sind gegen diese mit Asbestpackungen abgedichtet. Der Kessel ist mit einer Verbrennungskammer und mit einem Stirling-Überhitzer der Marine- und Lokomotiv-Überhitzergesellschaft, sowie mit einem Ventilregler von Owen ausgerüstet. Der vordere Teil des, bei beiden Lokomotiven hinter der letzten Kuppelachse liegenden, quadratischen Rostes ist als Kipprost ausgebildet.

Der Tender läuft auf zwei zweiachsigen Drehgestellen und besitzt vorn wie bei allen neueren indischen Lokomotiven einen Führerstand zum Schutz gegen Sonnenstrahlen und Tropenregen.

Im folgenden sind die Hauptabmessungen der beiden Lokomotiven zusammengestellt. Ein Typenbild der 2 C 1 Lokomotive zeigt die Textabbildung.

| | 2 C 1 Lok. | 1 D 1 Lok. | |
|---|---|---|---|
| Spurweite | 1676 | | mm |
| Kesselüberdruck p | 11,2 | | at |
| Zylinderdurchmesser d | 584 | | mm |
| Kolbenhub h | 711 | | " |
| Kesseldurchmesser aufsen (gröfster) | 1905 | | " |
| Kesselmitte über Schienenoberkante | 2896 | | " |
| Rohrlänge | 5486 | | " |
| Heizfläche d. Feuerbüchse samt Tragrohren | 22,2 | | qm |
| " " Rohre | 197,0 | | " |
| " des Überhitzers | 51,0 | | " |
| " — im ganzen — H | 270,2 | | " |
| Rostfläche R | 4,45 | | " |
| Durchmesser der Treibräder D | 1880 | 1435 | mm |
| " " Laufräder vorn | 914 | | " |
| " " " hinten | 1092 | | " |
| " " Tenderräder | 1092 | | " |
| Fester Achsstand (Achsstand der Kuppelachsen) | 3886 | 4801 | " |
| Ganzer Achsstand der Lok. | 10566 | 10287 | " |
| " " " " einschl. Tender | 20206 | 19926 | " |
| Achsdruck der 1. Achse | | 7,95 | t |
| " " 2. " | 18,05 | 17,75 | " |
| " " 3. " | 19,75 | 18,00 | " |
| " " 4. " | 19,75 | 18,00 | " |
| " " 5. " | 19,75 | 18,00 | " |
| " " 6. " | 16,90 | 14,95 | " |
| Reibungsgewicht $G_1$ | 59,25 | 71,75 | " |
| Dienstgewicht der Lok. G | 94,20 | 94,65 | " |
| " des Tenders | 73,55 | | " |
| Vorrat an Wasser | 28,3 | | cbm |
| " " Brennstoff | 14,0 | | t |
| H : R | 60,8 | | |
| H : G | 2,87 | 2,86 | |
| H : $G_1$ | 4,56 | 3,77 | |

R. D.

## 1 D 1-h 4 v Schnellzuglokomotive der Italienischen Staatsbahnen.

(Revue générale des Chemins de Fer 1924, August.)

Nach dem Vorgang der wichtigsten Eisenbahnen des europäischen Festlandes haben nun auch die Italienischen Staatsbahnen vierfach gekuppelte Schnellzuglokomotiven beschafft. Sie sind für die Beförderung der schweren Züge zwischen Rom und Neapel und Rom und Florenz bestimmt, welche beide starke Steigungen aufweisen. Die Lokomotiven lehnen sich im Aufbau und in den Abmessungen fast völlig an die Lokomotive der früheren Sächsischen Staatsbahn*) an. Nur ist abweichend von diesen der Antrieb sämtlicher Zylinder von der zweiten auf die dritte Kuppelachse verlegt worden, wobei, wie bei der württembergischen 1 F Lokomotive, auch die zweite Kuppelachse leicht gekröpft werden mufste. Die vordere Laufachse und die erste Kuppelachse sind, wie in Italien üblich, in einem Zara-Drehgestell vereinigt, die Schleppachse ist als Bisselachse mit Aufsenlagern nach amerikanischem Muster ausgebildet. Die Zylinderanordnung von Plancher ist verlassen; die Hochdruckzylinder liegen wieder beide innen mit einer Neigung von 7°, die Niederdruckzylinder aufsen und wagrecht. Je ein Hoch- und Niederdruckzylinder bildet mit den dazugehörigen beiden Kolbenschiebern ein Gufsstück. Zur Befestigung an den Blechrahmen führen von unten her Schlitze in die Gufsstücke. Die Feuerbüchse hat eine 790 mm lange Verbrennnungskammer, der Rost ist abweichend von der 2 C 1 Lokomotive wieder rechteckigen statt des trapezförmigen Querschnitts. Der Tender ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen

*) Organ 1919, S. 190.

Die Hauptabmessungen sind:

| | | |
|---|---|---|
| Kesselüberdruck p | 14 | at |
| Zylinderdurchmesser, Hochdruck d | 490 | mm |
| Zylinderdurchmesser, Niederdruck $d_1$ | 720 | " |
| Kolbenhub h | 680 | " |
| Kesseldurchmesser aufsen (in der Mitte) | 1640 | " |
| Feuerbüchse, Länge | 2500 | " |
| " , Weite | 1700 | " |
| Heizrohre, Anzahl | 180 | Stück |
| " , Durchmesser | 47/52 | mm |
| Rauchrohre, Anzahl | 27 | Stück |
| " , Durchmesser | 125/133 | mm |
| Rohrlänge | 5800 | " |
| Feuerberührte Heizfläche der Feuerbüchse | 17,0 | qm |
| " " " Rohre | 215,0 | " |
| Heizfläche des Überhitzers | 67,0 | " |
| " — im Ganzen — H | 299,0 | " |
| Rostfläche R | 4,3 | " |
| Durchmesser der Treibräder | 1895 | mm |
| Fester Achsstand | 4015 | " |
| Ganzer Achsstand der Lokomotive | 11425 | " |
| Reibungsgewicht $G_1$ | 64,8 | t |
| Dienstgewicht der Lokomotive G | 85,6 | " |
| Vorrat an Wasser | 22,0 | cbm |
| Vorrat an Brennstoff | 6,0 | t |

R. D.

## Lokomotiv-Versuchsfahrten auf der englischen Grofsen Westbahn.

(The Railway Gazette 1924, 2. Mai.)

Die Quelle berichtet über Versuchsfahrten, die vor einiger Zeit bei der englischen Grofsen Westbahn mit einer neuen 2 C-h 4 Lokomotive angestellt worden sind.

Von Interesse ist die Durchführung der Versuche, zu welchen der Mefswagen der Bahn herbeigezogen wurde. Er ist in den Bahnwerkstätten in Swindon gebaut, hat eine ganze Länge von 14,75 m und ein Gewicht von 27,15 t. Der Wagen ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen und besitzt aufserdem noch ein besonderes Rad zum Antrieb der Mefsgeräte. Der Mefsraum ist 8,3 m lang und an seiner weitesten Stelle — neben dem Mefstisch — 2,6 m breit. Die gröfsere Breite an dieser Stelle gestattet ein leichteres Hantieren am Mefsgerät und gibt aufserdem noch eine bessere Übersicht über die Strecke. Neben dem Mefsraum befindet sich noch ein Waschraum sowie ein gröfseres Abteil, das die Batterie für die elektrisch zu betätigenden Vorrichtungen und verschiedene Werkzeugschränke enthält. Das oben erwähnte Rad, das zum Antrieb der Mefsgeräte dient, hat einen gehärteten Reifen von genau bestimmtem Durchmesser. Es kann angehoben werden und befindet sich nur dann in Berührung mit der Schiene, wenn gerade Messungen gemacht werden sollen. Bei den angeführten Versuchsfahrten konnte teils in dem Mefswagen, teils auf der Lokomotive selbst folgendes gemessen werden:

1. Die indizierte Leistung.
2. Der Dampfdruck im Schieberkasten.
3. Zugkraft und Leistung am Zughaken.
4. Die Geschwindigkeit.
5. Kesselüberdruck, Füllung, Regleröffnung und Höhe des Wasserstandes.
6. Der Kohlen-, Wasser- und Ölverbrauch.
7. Die Luftverdünnung in Rauchkammer und Aschkasten.
8. Die Speisewassertemperatur im Tender und beim Eintritt in den Kessel.
9. Der Druck des Abdampfes beim Eintritt in die Abdampf-Strahlpumpe.
10. Die Temperatur der Heizgase in den Rauchrohren und in der Rauchkammer sowie die Dampftemperatur vor dem Überhitzer, hinter diesem und im Schieberkasten.

11. Die chemische Zusammensetzung der Rauchgase, der Kohle, der Lösche in der Rauchkammer und im Aschkasten.
12. Das Gewicht der Rückstände in Rauchkammer und Aschkasten.
13. Die Wind- und Wetterverhältnisse.

Zu den Messungen unter Ziffer 1 und 2 dienten vier Crosby-Indikatoren, die an dem rechtsseitigen Innen- und Aufsenzylinder und Schieberkasten unter Verwendung von Dreiweghähnen je nach Bedarf vorn oder hinten angeschlossen wurden. Die Diagramme wurden von einem Mann abgenommen, der neben den Zylindern in einem besonderen Schutzkasten untergebracht war und sich mit dem Mefswagen durch elektrische Läutesignale verständigen konnte. Zu den Messungen unter Ziffer 3 diente ein Zugkraftmesser am Mefswagen, der in der üblichen Weise mit der Zugvorrichtung verbunden war. Die Geschwindigkeit wurde durch einen elektromagnetischen Apparat aufgezeichnet, der nur ganz geringe Fehler zeigen soll. Die Messungen der Ziffer 5 nahm ein Mann im Führerstand vor und zwar jeweils auf ein elektrisches Klingelzeichen aus dem Mefswagen hin. Zur Messung des Kohlenverbrauchs wurde der Tender vor und nach der Fahrt beidemale mit voll aufgefülltem Wasserbehälter genau gewogen. Dabei wurde darauf gesehen, dafs vor und nach der Fahrt jedesmal etwa dieselbe Kohlenmenge auf dem Rost war; auch wurde die gesamte, vor Beginn der Fahrt verbrannte Menge nicht vom Tender entnommen. Zur Messung des Wasserverbrauchs war eine besondere Vorrichtung am Tender angebracht, die durch Auffüllen des Tenders an einem Siemens-Wassermesser geeicht wurde. Das Schlabberwasser betrug nach Vorversuchen nur etwa 1% des ganzen Verbrauchs und konnte deshalb vernachlässigt werden. Dagegen mufste der Wasserverbrauch zum Nässen der Kohle festgestellt werden. Man schaltete zu diesem Zweck den Hahn der Näfsvorrichtung in der Weise in einen elektrischen Stromkreis ein, dafs die ganze Zeit, während welcher der Hahn geöffnet war, im Mefswagen festgestellt werden konnte. Da das Durchgangsvermögen des Hahns gemessen werden konnte, war damit auch der Wasserverbrauch bekannt. Der Ölverbrauch wurde durch Messen des Vorrats vor und nach der Fahrt bestimmt. Alle Schmiergefäfse wurden vor Beginn der Fahrt noch mit nicht gemessenem und nach der Fahrt mit gemessenem Öl vollständig gefüllt. So ergab sich dann nur der reine Verbrauch während der Fahrt. Die Messungen der Ziffer 7 wurden mit den üblichen U-förmigen Druckmessern vorgenommen, beide etwa in der Mitte des betreffenden Raumes. Die Druckmesser wurden links vorn an der Lokomotive angebaut und von einem Mann bedient, der zugleich die Hähne für die Rauchgasanalyse versorgte. Die Temperatur des Speisewassers im Tender wurde mittels eines gewöhnlichen Wärmemessers festgestellt, diejenige beim Eintritt in den Kessel mit einem solchen von Negretti und Zambra. Zur Messung des Dampfdrucks beim Eintritt in die Strahlpumpe diente ein Bourdon-Druckmesser, der in Swindon für die Messung geringer Drücke besonders zugerichtet war. Die Messungen der Ziffer 10 wurden alle mit einem thermoelektrischen Foster-Pyrometer vorgenommen, die Rauchgasanalyse mit einem Orsatt-Apparat. Von der Kohle und Asche wurden nach jeder Fahrt Proben entnommen und in dem Laboratorium in Swindon untersucht. Die Windrichtung wurde von Windfahnen abgenommen, die Windstärke mit einem Lownes-Windmesser festgestellt.

Die Versuche verliefen zur vollen Zufriedenheit. Vor einem Zug von 480 t soll die Lokomotive auf günstigen Strecken Geschwindigkeiten bis zu 130 km/Std. erreicht haben. R. D.

### Dreiachsiges Drehgestell mit Bogeneinstellung der Achsen.

(Railway Age 1924, 2. Halbj. Nr. 12 v. 20. Sept.)

Versuche mit Drehgestellen der Boyden Steel Corporation, Baltimore, Md, von eigenartiger Bauart wurden auf der Virginia-Eisenbahn mit befriedigendem Ergebnis angestellt. Sie sind unter offenen Güterwagen von 100 und 120 t Tragfähigkeit seit Mai 1924 angewendet.

Der Hauptzweck beim Bau dieser Drehgestelle war, eine Verminderung des Widerstandes in Gleiskrümmungen und die Vermehrung der senkrechten Ausgleichmöglichkeit zu erreichen. Dies wurde erreicht durch eine Bauart, die 3 Achsen mit radialer Einstellung in Gleiskrümmungen zuläfst.

Abb. 1 zeigt eine Ansicht des Drehgestells von oben, Abb. 2 die Oberansicht der drei Achsrahmen, Abb. 3 die Unteransicht des sich auf die drei Achsrahmen auflegenden Tragwerks, das die Wiege eines gewöhnlichen Drehgestells vertritt. Die beiden Endachsrahmen A A (Abb. 2) aus einem Gufsstück, in welchen die beiden Endachsen mit Federn auf die Achsbüchsen gelagert, stützen sich vermittels Kugel und Pfanne in den Punkten C C auf den Mittelachsrahmen B in der Drehgestellängsachse auf. Das Wagengewicht wird von den beiden parallelen Längsbalken F des Tragwerks in den 4 Auflagepunkten D auf die beiden Endachsrahmen A A und erst von hier aus gleichmäfsig auf die Endachsen und auf die Mittelachse verteilt. An den Stützpunkten D ist zur Verminderung der Reibung je eine Rolle aus Manganstahl eingeschaltet.

Abb. 1. Ansicht des Drehgestells von oben.

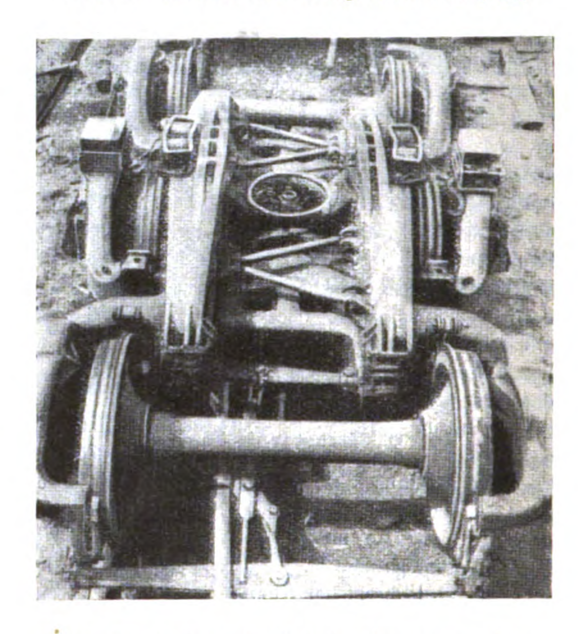


Abb. 2. Ansicht der 3 Achsrahmen von oben.

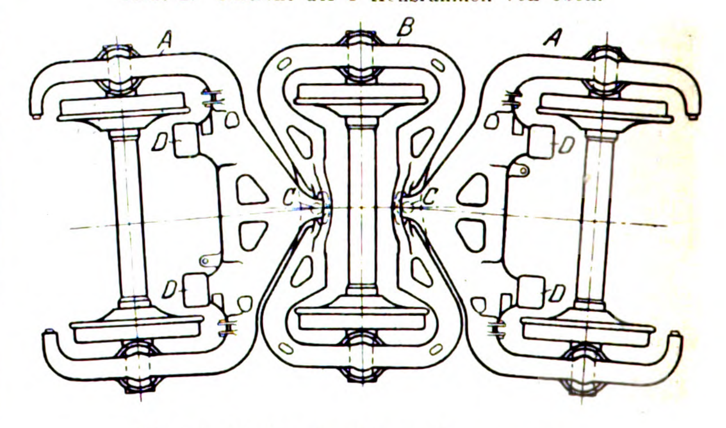
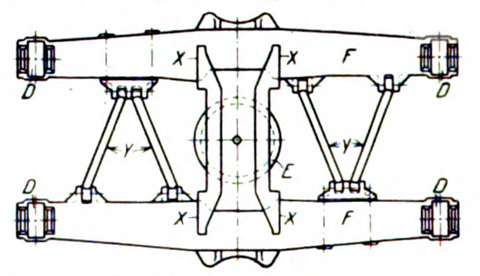



Abb. 3. Ansicht des Tragwerks von unten.




Das Tragwerk (Abb. 3), aus drei Hauptteilen bestehend, ist so gebaut, dafs die beiden Längsträger F F sich in lotrechter Richtung gegenseitig bewegen können, während sie in wagrechter Richtung starr sind. Dies wird durch die im Dreieck angeordneten Doppelverbindungsglieder Y Y erreicht. Die die Drehpfanne E tragende Brücke greift sattelförmig über die Mittelachse über, ohne diese zu berühren. Die senkrechten Flächen der Brücke bei X werden

zwischen entsprechenden senkrechten Flächen des mittleren Achsrahmens mit ganz geringem Spielraum geführt. Auf diese Weise wird die mittlere Achse stets im rechten Winkel zu der Längsachse des Tragwerks bzw. zur Gleisachse gehalten, sie kann jedoch in Gleiskrümmungen unter Gleitbewegung an den Flächen X die erforderliche Seitenbewegung ausführen. Diese Verschiebbarkeit der Mittelachse wird begrenzt durch den Anschlag der Brücke an dem mittleren Achsrahmen bei einer Gleiskrümmung von ca. 20 m.

Am Mittelachsrahmen sind seitlich von den zur Aufnahme des Wagenkastens dienenden Tragrollen des Tragwerks noch besondere Abfangböcke angebracht, deren Oberfläche etwas tiefer als die der Tragrollen liegt. Dies hat den Zweck gröfsere Schwankungen des Wagens zu verhindern, wenn das vordere oder hintere Rad über eine vertiefte Gleisstelle rollt und durch die Ausgleichwirkung der Rahmen eine Senkung des Tragwerks eintritt. Es ruht dann das Wagengewicht vorübergehend für einen sehr kurzen Zeitraum auf den Abfangböcken auf, bevor das Schwanken einen nennenswerten Betrag erreicht hat. Wenn die Räder wieder auf das ebene Gleis gelangen wird der Abfangbock wieder frei. Das Schwanken des Wagens soll hierdurch besonders bei kritischen Geschwindigkeiten in bemerkenswertem Grade abgemindert werden, ohne dafs die Mittelachse zu überanstrengt wird. Diese Abfangböcke sind jedoch nur versuchsweise angebracht worden; sie fehlen bei der für den Betrieb bestimmten Bauart. Der Gesamtradstand eines solchen dreiachsigen Drehgestells ist 3,048 m.

Das Drehgestell soll folgende Vorteile bieten: Betriebssicherheit unter aufsergewöhnlichen Belastungsbedingungen durch Abfangen der Seitenschwankungen; daher besserer lotrechter Ausgleich der Bewegungen und Verminderung der Gefahr einer Achsentlastung; Erhöhung der zulässigen Geschwindigkeit für schwere Lastwagen; verminderter Krümmungswiderstand durch die radiale Einstellung der Achsen; daher geringere Zugkraft und geringere Abnützung der Räder und Schienen; gleichmäfsige Abnützung der Spurkränze und Laufflächen aller 6 Reifen eines Drehgestells; gute Lastverteilung auf den Oberbau durch den grofsen Radstand; der Zusammenbau der Hauptbauteile erfordert weder Bolzen, noch Schrauben, noch Nieten; alle Teile sind im Betrieb leicht zu überwachen; gute Zugänglichkeit der Bremsteile. Pfl.

## Betrieb in technischer Beziehung; Sicherungswesen.

### Die farbigen Signalgläser bei den Russischen Bahnen.

Von Ing. Tschechowskij.

(Technika i Ekonomika Putej Soobschenja 1924, Nr. 6.)

Regeln, Formen oder technische Bedingungen für farbige Signalgläser hat das russische Verkehrswesen nie besessen, sondern es benützte, was ihm der eine oder andere lieferte. Es bestand eine unglaubliche Buntheit, die das frühere Ministerium nicht beanstandete. Die Grundsignalfarben waren: rot, grün und milchweifs (für Weichensignale), aber die Eisenbahnen wandten auch noch gelb, blau und violett an. Als man neuerdings wegen der Möglichkeit der Einführung gelben Lichtes umfragte, liefen von den Eisenbahnen sonderbare Antworten ein. Gegen das gelbe Licht wurde Einspruch erhoben wegen der Möglichkeit aller möglichen Verwechslungen. Die Unstimmigkeiten klärten sich auf, als farbige Mustergläser einverlangt wurden. Die praktische Zusammensetzung der farbigen Gläser zeigte sich so verschiedenartig, dafs die Möglichkeit von Irrtümern wohl verständlich war. Im Krieg waren dau Auslandbezüge von Signalgläsern ganz unterbunden und im Inland hatte die Erzeugung aufgehört. Neuordnung war dringend und man beschlofs, um vom Ausland unabhängig zu sein, eine eigene russische Erzeugung normaler Signalgläser zu schaffen. Die Erhebungen über den Stand der Sache im Ausland ergaben, dafs die Frage in den Vereinigten Staaten am besten und vollständig wissenschaftlich ausgearbeitet ist für die 6 Farben: rot, grün, gelb, purpurn, blau und mondweifs.

Für die russischen „Allgemeinen Signalisierungsregeln" ist eine erweiterte Zusammenstellung farbiger Signalgläser wünschenswert und zwar in den 8 Farben: rot, grün, gelb, blau, purpurn, mondweifs, opalfarbig und milchweifs. Damit ist also unter Hinzufügung zweier Farben die ganze amerikanische Zusammenstellung übernommen und man mufs für jede Farbe eine genaue, wissenschaftlich begründete Bezeichnung aufstellen. Zu diesem Zwecke wurden mit Hilfe des König-Martens Spektrophotometers Photometrierungen ausgeführt. Da bei Verwendung der einen oder anderen Signalgläser auch die Lichtquelle eine sehr wesentliche Bedeutung besitzt, wurden die Untersuchungen auch hierauf ausgedehnt. Dieselben zeigen, dafs die Änderung der Lichtquelle die Farbwirkung manchmal stark verändert, was sich bei einigen Gläsersorten sehr fühlbar macht. Das Licht der elektrischen und insbesondere der Petroleumlampen unterscheidet sich vom Tageslicht durch verhältnismäfsigen Mangel an Strahlen kleiner Wellenlänge (blau, grün, gelblich-grün). Aus den bei der Untersuchung erhaltenen Spektren des Lichtes, das bei elektrischer und Petroleumbeleuchtung durch farbige Gläser geht, wurden für verschiedene farbige Gläser Folgerungen gezogen. An der Herstellung farbiger Signalgläser in Rufsland arbeitet augenblicklich nur die Kliutschinskische Fabrik bei Wischnij Wolotschek, deren erste Erzeugnisse naheliegenderweise Mängel aufweisen, an deren Beseitigung aber gearbeitet wird. Später soll eine Zusammenstellung und staatliche Massenerzeugung farbiger Signalgläser für das Verkehrswesen in Rufsland geschaffen werden. Dr. S.

## Bücherbesprechungen.

**Anwendung der Theorie der endlichen Differenzen auf die Untersuchung durchlaufender Balken.** Von Ingenieur Isaak Rabinowitsch, Lehrer an der Moskauer technischen Hochschule. Moskau 1921. (Russisch.)

Veröffentlichungen des Volksausschusses des Verkehrskommissariats.

Die Theorie der durchlaufenden Träger hat gegen früher viel an Bedeutung verloren, weil man aus verschiedenen Gründen, vor allem wegen der Schwierigkeit, die Höhenlagen der Stützpunkte genau einzuhalten und wegen des Einflusses ungleicher Temperaturveränderungen von dieser Trägerform immer mehr abgekommen ist. Ein Gebiet, auf dem sie früher eine grofse Rolle spielte und in manchen Berechnungen immer noch spielt (vergl. z. B. die theoretisch längst überholte, aber wegen ihrer Einfachheit immer noch warm vertretene Winklersche Formel), ist der Eisenbahnoberbau. Es mag daher gestattet sein, dem oben angeführten Buch eine kurze Besprechung zu widmen, um so mehr als es vielleicht einer der ersten Literatursendlinge ist, der nach langer, heute noch nicht behobener politischer Trennung aus dem russischen Reich zu uns und in dieser Fachzeitung zur Besprechung gelangt.

Die Theorie der durchlaufenden Balken ist eines der best durchgearbeiteten Gebiete der Baumechanik. Namen wie Clapeyron, Maurice Lévy, Mohr u. a. sind an ihre Bearbeitung geknüpft Analytische, graphische und graphisch-analytische Verfahren haben sich an ihr versucht. Die graphischen Verfahren haben vielfach den Vorzug der gröfseren Einfachheit, aber immer bleibt doch das analytische Verfahren das gewichtigste Werkzeug in der Hand des Forschers. Freilich müssen diese analytischen Verfahren, um für den ausübenden Ingenieur verwendbar zu sein, genügend einfach sein. In seinem vorliegenden Buch bringt I. Rabinowitsch auf die Berechnung des durchlaufenden Balkens die Theorie der „endlichen Differenzen" zur Anwendung. Diese Theorie ist geschöpft aus: Berechnung endlicher Differenzen von A. Markoff, Odessa 1910, Kap. IV und VI (die bei uns in deutscher Übersetzung von Friesendorf und Prümmer Leipzig, Verlag Teubner 1896 herausgekommene „Differenzenrechnung" von A. Markoff scheint etwas anderes zu sein als das bezeichnete neuere Buch Markoffs). Er kommt durch die Einführung dieser Theorie um den ermüdenden Zwang, eine Reihe von Stützmomentengleichungen zu lösen, herum und gewinnt den Vorteil, in allen für die Ausübung wichtigeren Fällen unmittelbar ohne alle Zwischenrechnungen in Form einer allgemeinen Formel, die einige von ihm eingeführte Festwerte enthält, den Ausdruck des Biegungsmomentes in einem beliebigen Querschnitt eines beliebigen Feldes eines durchlaufenden Balkens mit willkürlicher Anzahl von Stützpunkten und für jede Lastenstellung niederzuschreiben. Auf diese Weise setzt er an Stelle der Gleichung der 3 Stützmomente von Clapeyron oder der Gleichung der 2 Momente von Maurice Lévy die Gleichung oder Formel eines Momentes. Damit ergibt sich die Möglichkeit, mit einem Male auch die Querkräfte, die Auflagergegendrücke usw. zu bestimmen. Bei Benützung dieser Formel wird an Arbeitsaufwand aufserordentlich gespart, nicht minder wichtig aber erscheint eine andere Erwägung: Dadurch dafs die neuen Formeln unmittelbar die Abhängigkeit des Momentes von den

Hauptfaktoren wiedergeben, d. i. von der Lage und Beschaffenheit der Last, von der Nummer des belasteten und des untersuchten Feldes, sowie von der Lage des untersuchten Querschnittes und dafs sie keine Hilfsgröfsen enthalten, die diese unmittelbare Beziehung verschleiern können, gewähren sie die Möglichkeit, nicht nur auf einmal die verlangten Werte zu bestimmen, sondern auch die verschiedenen Beziehungen zwischen diesen Gröfsen leicht zu durchschauen und neue Eigenschaften des durchlaufenden Balkens aufzudecken. Rabinowitsch stellte sich nicht die Aufgabe, alle Fragen der Theorie des durchlaufenden Balkens zu lösen, die die Anwendung der Theorie der endlichen Differenzen zulassen. Er wollte nur einerseits eine leichte Berechnung durchlaufender Balken mit grofser Felderzahl erreichen und anderseits die Leichtigkeit der Ergebnisse und die Allgemeingültigkeit der Formeln beweisen, die bei der Anwendung dieses Verfahrens der endlichen Differenzen auf die Lösung einiger Fragen der Baumechanik erzielt werden.

Rabinowitsch untersucht nach einleitender Darstellung seines Verfahrens den durchlaufenden Balken mit gleichen Feldern, der in einem einzigen Feld eine Last trägt, und zwar bei beiderseits frei aufliegenden, beiderseits eingespannten Enden und bei einerseits frei aufliegendem, anderseits eingespanntem Ende, dann den nämlichen durchlaufenden Balken bei den nämlichen Lagerungen der Enden mit lauter gleichen Lasten und gleichen Laststellungen in sämtlichen Feldern. Weiter untersucht er den Einflufs von Kragenden und elastischer Anordnung der Balkenenden, die Momenteneinflufslinien, ebenfalls bei obigen 3 Lagerungsfällen der Enden, den Einflufs der lotrechten Verschiebung eines Auflagerpunktes und einige weitere Anwendungen der Theorie der endlichen Differenzen auf den durchlaufenden Balken mit verschiedenen Feldergruppen. Zum Schlusse gibt er noch einen kurzen Ausblick auf den durchlaufend elastisch aufgelagerten und gleichmäfsig belasteten Balken (nach Timoschenko, Lehrbuch der Elastizitätstheorie II. Teil St. Petersburg 1916, S. 15), auf den durchlaufenden, durch Längskräfte gedrückten Balken (Timoschenko, wie vor, S. 83) und auf den durchlaufenden Balken auf elastischen Stützen.

Die beim Studium des Rabinowitschschen Buches erweckten Eindrücke lassen erkennen, dafs die langjährige Unterbrechung in der Übermittlung wissenschaftlicher Fortschritte in Rufsland an das Ausland manche Lücke geschaffen hat und dafs an Übertragung wichtiger russischer wissenschaftlicher Werke aus der letzten Zeit viel nachzuholen ist. Dr. Saller.

---

**Vorarbeiten für Eisenbahn und Strafsen** von G. Claus Reg.- und Baurat, Frankfurt a. M, neu bearbeitet, 5. Auflage, 457 Seiten, 129 Textblätter, 8 Tafeln. Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann 1924. Geb. ℳ 27.—.

Auf dem Gebiete der Vorarbeiten sind in den letzten 20 Jahren, seitdem die 4. Auflage des vorliegenden Werkes von Oberschulte bearbeitet, erschienen ist, wesentliche Fortschritte, wenn wir von der Geländeaufnahme absehen, nicht zu verzeichnen und so erscheint es natürlich, dafs die neue Auflage von der früheren nicht allzusehr abweicht.

Der Umfang der neuen Bearbeitung umfafst 457 gegen 352 Seiten. Die Absicht, in demselben Band auch die Vorarbeiten für Kanäle mitzubearbeiten, wurde zunächst nicht durchgeführt. Dafs die Vorarbeiten für Strafsen und Eisenbahnen auch in der neuen Auflage gemeinschaftlich behandelt sind, erscheint bei der grofsen Verwandtschaft der beiderseitigen Aufgaben durchaus zweckmäfsig.

Wesentlich umgearbeitet ist der Abschnitt über die Geländeaufnahme mittels der Photogrammetrie unter Benutzung des Pulfrischen Verfahrens, des Stereokomparators und des Sterioautographen von Orell-Zeiss. Hier wird unter Beigabe von neuen Abbildungen zutreffend ausgeführt, dafs das Lichtbildmefsverfahren die Tachymeteraufnahme nicht ganz verdrängen wird. Das Luftbildmefsverfahren wird kurz berührt. Das Literaturverzeichnis ist durch einen besonderen Abschnitt über das Lichtbildmefsverfahren ergänzt.

In dem Abschnitt über ausführliche Vorarbeiten, ist bei der Aufnahme der Querschnitte der Puller'sche Staffelapparat und der zum raschen Herstellen von Schichtenplänen geeignete Schichtenzirkel von Opeschnigg beschrieben. Ferner ist die Prüfung von der Winkelmessung durch Azimutmessung aufgenommen, desgleichen das Verfahren von Hättasch zum unmittelbaren Zeichnen der Höhenlinien. Neue Abbildungen des Wagner-Fennelschen Tachymeters und des Tachygraphometers und des Puller-Breithauptschen Schnellmessers erweitern den Abschnitt über das Verfahren zur eingehenderen Geländeaufnahme.

Über den Abschnitt bei den allgemeinen Vorarbeiten sind die neuen Vorschriften über allgemeine Vorarbeiten in Preufsen neben den älteren bayrischen und sächsischen wiedergegeben.

Die Frage der Spurweite ist nur in dem I. Abschnitt, S. 3 unter Allgemeines und Einteilung der Bahnen behandelt, während sie bei der Entwicklung des Programms vor dem Absatz über Kronenbreite gestrichen ist, während die Frage der Spurweite doch auch hier zu erörtern bleibt. Ein Hinweis auf den 5. Band, 7. Abt. des Handbuches über Spurbahnen von Birk und auf die Leistungsfähigkeiten der Schmalspurbahnen wäre u. E. hier am Platze gewesen. — Unter den allgemeinen Regeln für technische Linienbestimmung § 9 ist die Behandlung der künstlichen Längenentwicklung unter Beifügung von neuen Abbildungen wie auch derjenigen für die Beseitigung der Spitzkehre bei Elm bedeutend erweitert. Auch ist auf die Möglichkeit der Anwendung von Steilbahnen hingewiesen. Bei der Besprechung der Sicherung des Bahnkörpers vermissen wir bei der Literaturangabe über Schneeverwehungen das wertvolle Werk von Pollack über Lawinenbau in Österreich und bei der Anführung der Röllschen Enzyklopädie wäre die neue Auflage von 1917 anstatt der 1894 zu nennen. Bei der Frage der Führung der Linie durch Torfmoore würde ein Hinweis auf die Danziger Dienstanweisung wohl am Platze sein. (Vergl. Roellsche Encykl. Band 8, S. 285.)

Bei den Wegeübergängen Seite 9 wäre der wichtige Gesichtspunkt der Übersichtlichkeit und der etwaigen Notwendigkeit einer Schrankenordnung wenigstens zu berühren. Die wichtige Frage der Feststellung der Lichtweiten der Durchlässe hätte vielleicht etwas eingehender behandelt werden können.

Der Abschnitt über Zugwiderstände ist namentlich erweitert durch Aufnahme der Frankschen Formel. Die Anführung der zweckmäfsigsten Steigung erscheint veraltet.

Ein Hinweis auf die Zweckmäfsigkeit der Stellung der Hochbauten, namentlich im Auftrag mit Rücksicht auf ihre Gründung wäre wohl nicht unangebracht.

Bei der Behandlung der Massenverteilung auf zeichnerischem Wege wäre die Verbesserung und Erweiterung durch R. Schütz und somit auch Abänderung des Steigungsmafsstabes auf 8, Tafel 6 wohl Wert angeführt zu werden. (Vergl. Zeitschrift für Bauwesen 1908). Auch wäre es nicht unzweckmäfsig zu erwähnen, dafs die zeichnerische Massenentwicklung nichts anderes als eine graphische Integration darstellt. Bei der Besprechung der einzelnen Titel des Kostenanschlags sind eine Reihe von Tabellen und Kostenangaben auf neueren Grundlagen verbessert, wie dies auch sonst geschehen ist.

Der Abschnitt über Grunderwerb ist durch Hervorhebung des Planfeststellungsverfahrens und der Anführung der bevorstehenden Zuständigkeit des Reiches den jetzigen Verhältnissen entsprechend gestaltet. Auch sind die Vorschriften des Vermessungswesens von 1913 der Preufsisch-Hessischen Eisenbahngemeinschaft angenommen.

In dem Anhang ist unter den gesetzlichen und anderen Vorschriften ein Auszug aus der Eisenbahnbau- und Betriebsordnung noch nach der Ausgabe 1905 aufgenommen, während die von 1913 Änderungen aufweist.

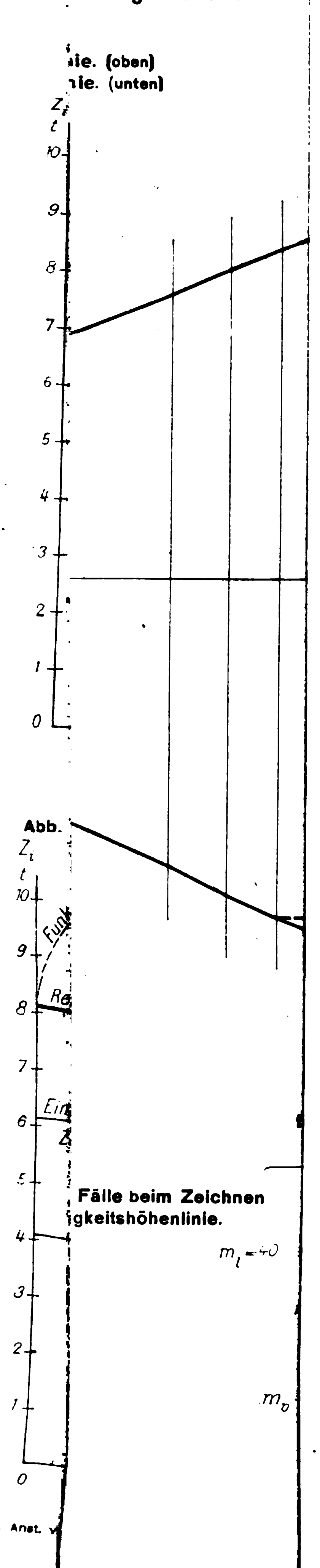
Bei Vorarbeiten über Strafsen sind die neuen Verkehrsverhältnisse, veranlafst durch die Zunahme des Kraftwagenverkehrs, kurz berührt. Hier wäre eine Darstellung des Einflusses auf Steigung, Krümmung und Querschnitt der Kraftwagenstrafsen erwünscht gewesen. Die preufsische Instruktion über den Strafsenbau wäre wohl zweckmäfsiger im Zusammenhang wiedergegeben worden. Die Abbildung 125, Seite 420 dürfte bei einer neuen Auflage durch eine neue ersetzt werden.

Zu bedauern ist der Fortfall der farbigen Ausführung der Tafeln und des Sachverzeichnisses. Die durch die neue Verfassung und den Übergang der Staatsbahnen an das Reich geschaffenen Veränderungen in den Verwaltungsbehörden sind nicht überall folgerichtig durchgeführt. In dem übernommenen Literaturverzeichnis vermissen wir an einzelnen Stellen wichtige ältere und neuere Werke, wenn sie auch zum Teil im Text angeführt sind. Auch könnte eine Reihe entbehrlicher Fremdwörter durch deutsche Ausdrücke ersetzt werden.

Von diesen kleinen Ausstellungen abgesehen, möchten wir zusammenfassend den vorliegenden Band des Handbuches in seiner neuen sachgemäfsen Bearbeitung als einen unentbehrlichen Ratgeber sowohl beim Unterricht als beim Studium und auch in der Ausübung bezeichnen und empfehlen ihn den Fachgenossen aufs wärmste.

H. Wegele.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.


Organ
rmung und des Verb
ie. (oben)
nie. (unten)
Abb.
Fälle beim Zeichnen
gkeitshöhenlinie.
Lith. Anst. V

Hau
der
Feld
dafs
vers
einn
vers
scha
deck
Frag
Anw
woll
mit
der
die
auf

sein
der
frei
frei
durc
mit
Feld
elas
ebe
lotr
Anw
lauf
gibt
aufg
Leh
auf
(Ti
Ball

Ein
der
Aus
wicl
viel

Vor
B
1
E

seit
bea
der
es
abw

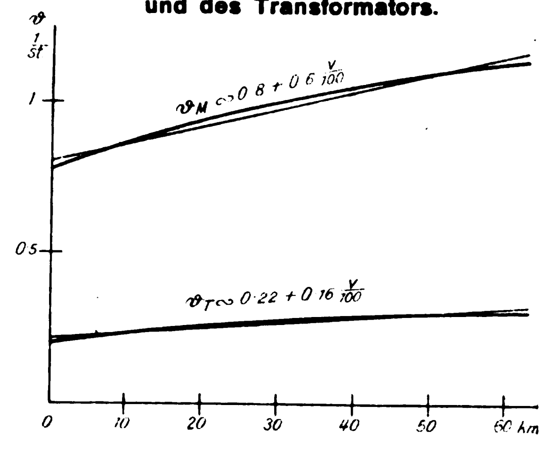
Seit
Kar
die
Auf
Ver

auf
risc
von
zut
auf
wir
Abs

Auf
zun
von
Wi
das
Hö
me

**Abb. 9 bis 14. Z**

**Abb. 9. Kühlung der Motoren und des Transformators.**



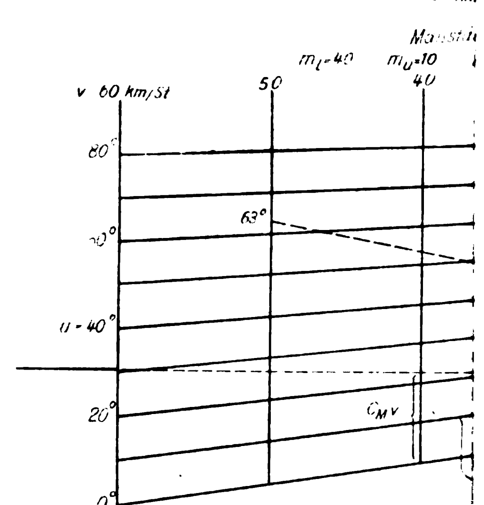
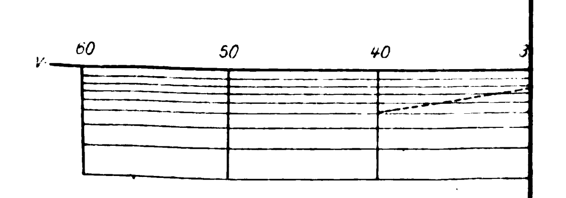
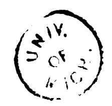




**Abb. 14. Rechenbild für die Neig der Weg-Arbeitsverbrauchslini**

$m_l = 40$ $m_A = 2$




Lith. Anst. v. F. Wirtz. Darmstadt.



# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

80. Jahrgang | 30. Januar 1925 | Heft 2

## Die Personenwagen auf der Eisenbahntechnischen Ausstellung in Seddin.

Von Dipl. Ing. Speer, Regierungsbaurat a. D.

Hierzu Tafel 3 und 4.

### 1. Allgemeines.

Die wesentlichen Angaben über Abmessungen und besondere Merkmale der auf der Eisenbahntechnischen Ausstellung in Seddin ausgestellten Personenwagen sind aus der nachstehenden Übersicht 1 zu ersehen. Im ganzen waren 21 Personenwagen ausgestellt. Einige unterschieden sich von einander nur durch geringe Abweichungen in der Ausstattung, während die wesentlichsten Merkmale und die Hauptabmessungen gleich waren. Solche Wagen sind in der Übersicht 1 nur einmal aufgeführt worden. Im ganzen besafsen die ausgestellten 21 Personenwagen 16 verschiedene Bauarten. Etwa die Hälfte der ausgestellten Wagen gehörten der Deutschen Reichsbahn, die anderen gehörten ausländischen Staatsbahnen und Privatbahnen. Die Ausstellung zeigte eine umfassende Übersicht des neuzeitlichen Personenwagenbaues. Bezeichnend ist, dafs 15 von 21 Wagen nach der eisernen Einheitsbauart der Deutschen Reichsbahn gebaut waren und zwar hiervon sechs für fremde Verwaltungen (vergl. 4. Zeile von unten in der Übersicht).

Abb. 1. Eiserner Einheits D-Zugwagen der Deutschen Reichsbahn.

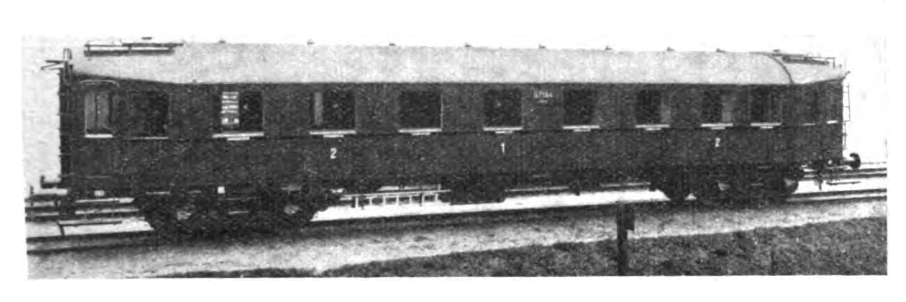
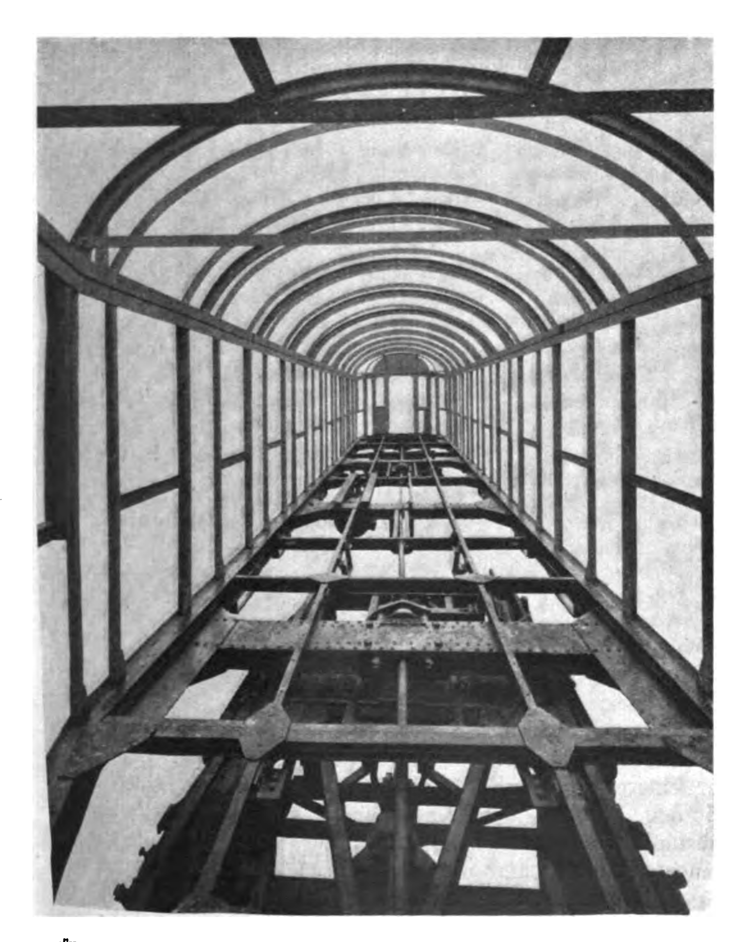


Abb. 2. Eiserner D-Zugwagen der Deutschen Reichsbahn; Kastengerippe und Untergestell.



Diese Bauart ist mithin bei weitem am meisten vertreten. Nur ein Wagen besitzt eine andere eiserne Bauart. Nur fünf Wagen haben noch hölzernes Kastengerippe.

### 2. Aufbau des Wagenkastens.

Da die nach der eisernen Bauart der Deutschen Reichsbahn gebauten Wagen im Aufbau ihres Kastengerippes nur unwesentlich von einander abweichen, sollen diese im einzelnen nicht erörtert werden. Im folgenden soll vielmehr nur kurz eine allgemeine Beschreibung der Ausführung gegeben werden.

Über die Gründe, die zur Einführung des eisernen Personenwagens bei der Deutschen Reichsbahn geführt haben und über die Entwicklung der Bauausführungen ist in Fachzeitschriften*) ausführlich berichtet worden. Deshalb sollen nur kurz die neusten Ausführungen, wie sie in Seddin gezeigt wurden, beschrieben werden. Einen eisernen D-Zugwagen der Einheitsbauart der Deutschen Reichsbahn zeigt Abb. 1, Untergestell und Kastengerippe Abb. 2. Gegenüber früheren Ausführungen springen besonders in die Augen die nach den Enden zu schräg verlaufenden Seitenwände und das Tonnendach. Letzteres verdrängt wegen seiner wesentlichen Vorteile mehr und mehr das früher bei einigen Verwaltungen — wie z. B. der preufsisch-hessischen — üblich gewesene Dach mit Lüftungsaufbau. Dieser wurde wegen scheinbar besseren Aussehens, wegen gröfserer Widerstandsfähigkeit und weil er nach früheren Erfahrungen eine bessere Lüftung zuliefs, ausgeführt. Die Festigkeit ist beim Tonnendach mit eisernen Spriegeln mindestens ebenso grofs. Nach neueren Erfahrungen läfst sich auch beim Tonnendach eine hervorragend gute Lüftung anbringen. Das Aussehen dürfte besonders im Innern nicht unschön sein. Von den ausgestellten Wagen besafsen nur noch zwei den Lüftungsaufbau. Diese waren auch in den übrigen Teilen in ihrer Bauart vollkommen veraltet.

Bei Aufstellung der Entwürfe wurde gröfste Wirtschaftlichkeit bei höchster Betriebssicherheit erstrebt. Einfachste Herstellung und Unterhaltung, geringstes Gewicht bei gröfster Widerstandsfähigkeit sollen dieses Ziel erreichen. Die einzelnen Bauteile sind so einfach wie irgend möglich gestaltet worden. Gufsstücke und schwierig herzustellende Prefsteile, sowie jede

*) Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1921, Nr. 11, 12 u. 20; 1924, Nr. 37; Glasers Annalen 1923, Heft 1108 u. 1109.

Übersicht 1. **Hauptangaben über**

Gewichte in kg.

| Laufende Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verwaltung | Mitropa | Deutsche Reichsbahn | Deutsche Reichsbahn | Jugoslavische Staatsbahn | Jugoslavische Staatsbahn | Rumänische Staatsbahn |
| Wagenart | | Schlafwagen | | D-Zugwagen mit Schlafeinrichtung | | D-Zugwagen |
| Gattung | 1./2. Kl. | 1./2. Kl. | 3. Kl. | 1. Kl. | 2. Kl. | 1. Kl. |
| Achsenzahl | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Achsstand | 19500 | 16620 | 16620 | 15150 | 15150 | 15400 |
| Drehzapfenabstand | 15900 | 14470 | 14470 | 13000 | 13000 | 13250 |
| Drehgestellachsstand | 3600 | 2150 | 2150 | 2150 | 2150 | 2150 |
| Drehgestellbauart | Görlitzer | Deutsche Reichsbahn, amerik. | Deutsche Reichsbahn, amerik. | Deutsche Reichsbahn, amerik. | Deutsche Reichsbahn, amerik. | Deutsche Reichsbahn, amerik. |
| Länge zwischen den Puffern | 23500 | 21500 | 21500 | 19650 | 19600 | 20440 |
| Länge des Kastens | 22200 | 20200 | 20200 | 18350 | 18350 | 19140 |
| Äufsere Kastenbreite | 2870 | 2870 | 2870 | 2930 | 3000 | 2915 |
| Abteile lichte Länge | — | 1655/1305 | 1220 | 1600 | Vollabt. 2125 *)<br>Halbabt. 1280<br>1915 *) | 2050 |
| Abteile lichte Breite | — | 1920 | 1920 | 2050 | 2030 | 1980 |
| Lichte Breite des Ganges | 674 (M) **) | 771 (S) **) | 771 (S) | 700 (S) | 700 (S) | 750 (S) |
| Anzahl Abteile | 18 | 10 | 12 | 9 Halb- | 6 Voll-<br>2 Halb- | 7 |
| Anzahl Plätze 1. Klasse | 4 | 10 oder | — | 18 | — | 42 |
| Anzahl Plätze 2. Klasse | 14 | 20 | — | — | 56 | — |
| Anzahl Plätze 3. Klasse | — | — | 36 | — | — | — |
| Anzahl Plätze 4. Klasse | — | — | — | — | — | — |
| Wascheinrichtung ***) | Jedes Abteil und Aborte | Jedes Abteil und Aborte | 2 in Aborten<br>2 in bes. Räumen | Jedes Abteil und Aborte | In Aborten | In Aborten |
| Bremse | Kunze-Knorr S, Hardy | Kunze-Knorr S | Kunze-Knorr S | Bozic, Hardy | Knorr, Hardy | Westinghouse |
| Beleuchtung | Elektrische Maschine | Elektrische Maschine | Elektrische Maschine | Elektrische Maschine | Prefsgas | Elektrische Maschine |
| Heizung | Warmwasser | Warmwasser | Dampf Pintsch | Hochdruck-Dampf | Hochdruck-Dampf | Dampf Friedmann |
| Baustoff des Kastengerippes | Eisen | Eisen | Eisen | Eisen | Holz †) | Eisen |
| Dachform | Tonnen | Tonnen | Tonnen | Tonnen | Oberlicht | Tonnen |
| Leergewicht | 50000 | 46000 | 42000 | 42500 | 39000 | 41000 |
| Besondere Einrichtungen | Reibungspuffer Bauart Uerdingen | Reibungspuffer Bauart Uerdingen | Reibungspuffer Bauart Uerdingen | Schlafeinrichtung in allen Abteilen | Schlafeinrichtung in 2 Halb- und 2 Voll-Abteilen | 1 Dienstabteil, Achslager Cosmovicz |

*) Abteile mit Schlafeinrichtung. — **) (M) = Mittelgang, (S) = Seitengang.
***) Nr. 10, 12, 14, 16 haben 1 Abort, Nr. 15 keinen, die übrigen 2 Aborte. — †) Auch die Bekleidung Holz, bei den übrigen Wagen Eisenblech.

Bearbeitung im Feuer sind fast vollständig vermieden. Fast alle Teile bestehen aus Walzeisen und ebenen Blechen. Alle Eisenteile entsprechen den Dinormen. Die Anzahl verschiedener Abmessungen ist sehr gering. Die Eckverbindungen sind einfach gestaltet und stimmen soweit möglich miteinander überein.

Untergestell, Dach, Seiten- und Stirnwände sind zu einem Brückenträger fest miteinander verbunden. Die Seitenwände sind tragend ausgebildet worden, d. h. sie bilden mit dem Dachrahmen und den Langträgern des Untergestells zusammen den seitlichen Rahmen des Brückenträgers. Die Langträger des Untergestells brauchten deshalb nicht mit einem Sprengwerk versehen zu werden. Die Rungen bestehen aus Z-Eisen. Sie dienen gleichzeitig zur Aufnahme der Holzfutter, die für die Führung der herablafsbaren Fenster und zur Befestigung der inneren Schalung nötig sind. Die Bekleidungsbleche sind mit den Rungen, dem Dachrahmen und einem in Fensterbrüstungshöhe liegenden Längsgurt aus L-Eisen vernietet. Die Rungen sind aufsen an die aus U-Eisen bestehenden Langträger des Untergestells angenietet. Die Bekleidungsbleche sind mit diesen durch Z-Eisen verbunden. Schrägstreben und Knotenbleche sind nicht vorhanden. Sie werden durch die Bekleidungsbleche ersetzt. Hierdurch wird eine grofse Festigkeit bei geringem Gewicht erreicht. Der Dachrahmen ist aus einem L- und Z-Eisen zusammengesetzt. Bezweckt wird mit dieser

die ausgestellten Wagen.

Maſse in mm.

| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 ††) | 15 ††) | 16 ††) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rumänische Staatsbahn | Deutsche Reichsbahn | Deutsche Reichsbahn | Jugoslavische Staatsbahn | Deutsche Reichsbahn | Deutsche Reichsbahn | Deutsche Reichsbahn | Jugoslavische Staatsbahn | | Nordhausen — Wernigerode E. |
| D-Zugwagen | | | Durchgang- Personenzugwagen | Abteil- | Durchgang- | Nebenbahnwagen | Kleinbahnwagen | | |
| 1./2. Kl. | 1./2. Kl. | 3. Kl. | 1./2. Kl. | 4. Kl. | 4. Kl. | 2./3. Kl. | 2. Kl. | 2./3. Kl. | 2. Kl. |
| 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 + 2 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 15400 | 15330 | 15330 | 7600 | 8500 | je 8200 | 10000 | 10550 | 10070 | 10400 |
| 13250 | 13180 | 13180 | — | — | — | 8000 | 9200 | 8770 | 9000 |
| 2150 | 2150 | 2150 | — | — | — | 2000 | 1350 | 1300 | 1400 |
| Deutsche Reichsbahn, amerik. | Deutsche Reichsbahn, amerik. | Deutsche Reichsbahn, amerik. | — | — | — | Deutsche Reichsbahn, Nebenbahn | Amerikanisch (Diamond) | Amerikanisch (Diamond) | Besondere Bauart |
| 20440 | 20610 | 20610 | 13320 | 13920 | 25400 | 14400 | 14650 | 12370 | 14270 |
| 19140 | 19310 | 19310 | 12050 | 12620 | je 11900 | 13100 | 13700 | 9470 | 11000 |
| 2915 | 2935 | 2935 | 3000 | 2660 | 3040 | 3100 | 2400 | 2150 | 2523 |
| 2050 | 2100<br>1560 | 1560 | 1975 | 1525 †††)<br>1355 | Voll: 1480<br>Halb: 1200 | 2000<br>2. Kl.<br>1558<br>3. Kl. | 1868 | 1700<br>1450 | 1646 |
| 1980 | 1980 | 1980 | 2200 | 2505 | 2900 | 2271<br>2951 | 1650 | 2030 | 2400 |
| 749 (S) | 786 (S) | 786 (S) | 630 (S) | 505 (M) | 540 (M) | 650 (S)<br>620 (M) | 600 (S) | 490 (M) | 460 (M) |
| 7 | $7^1/_2$ | $9^1/_2$ | $4^1/_2$ | 8 | 8 Voll-<br>4 Halb-<br>2 Stehräume | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 18 | 12 | — | 9 | — | — | — | — | — | — |
| 32 | 33 | — | 24 | — | — | 16 | 36 | 12 | } 46 |
| — | — | 76 | — | — | — | 36 | — | 24 | |
| — | — | — | — | 66 | 101 Sitzpl.<br>41 Stehpl. | — | — | — | — |
| In Aborten | In Aborten | In Aborten | Im Abort | — | — | — | Im Abort | — | — |
| Westinghouse, Hardy | Kunze-Knorr S | Kunze-Knorr S | Bozic | Kunze-Knorr P | Westinghouse | Kunze-Knorr P | Hardy | Handspindel | Körting |
| Elektrische Maschine | Elektrische Maschine | Elektrische Maschine | Prefsgas | Prefsgas | Prefsgas | Prefsgas | Azetylen | Elektrische Sammler | Elektrische Maschine |
| Dampf Friedmann | Dampf Pintsch | Dampf Pintsch | Hochdruck-Dampf | Dampf Pintsch | Hochdruck-Dampf | Dampf Pintsch | Hochdruck-Dampf | Prefskohlen | Dampf Pintsch |
| Eisen | Eisen | Eisen | Holz | Eisen | Holz | Eisen | Holz | Holz | Eisen |
| Tonnen | Tonnen | Tonnen | Oberlicht | Tonnen | Tonnen | Tonnen | Oberlicht | Oberlicht | Tonnen |
| 41000 | 42500 | 41500 | 18800 | 17500 | 2 × 17000 | 19500 | 19300 | 10300 | 16100 |
| 1 Dienstabteil, Achslager Cosmovicz | Reibungspuffer Bauart Uerdingen | Reibungspuffer Bauart Uerdingen | Sonnendach Geschlossene Vorbauten | Handbremse an Stirnwand, zu bedienen vom Endabteil aus | 2 Wagen kurz gekuppelt, verbunden durch Faltenbälge | 3. Klasse geschlossener Vorbau, 2. Klasse offene Bühne | Mittelpuffer, geschlossene Vorbauten | Mittelpuffer, offene Bühnen | Mittelpuffer, offene Bühnen |

††) Spurweite für lfd. Nr. 1—13 Regelspur 1435 mm, für Nr. 14 760 mm, Nr. 15 750 mm, Nr. 16 1000 mm.

†††) Abteile mit Eingangstür.

Ausführung eine einfache Herstellung — Seitenwände und Dach getrennt — bei geringem Gewicht und groſser Festigkeit.

Die äuſseren Langträger des Untergestells dienen auſser zur Aufnahme senkrechter Lasten zur Übertragung der Zug- und Stoſskräfte. Die mittleren Langträger dienen vorwiegend als Fuſsbodenträger, sind deshalb verhältnismäſsig schwach ausgebildet. Die Wagen deutscher Bauart unterscheiden sich hierdurch im wesentlichen von den amerikanischen, bei denen auſserordentlich schwere Mittelträger vorgesehen sind*). Sie sind deshalb erheblich leichter, ohne eine geringere Widerstandsfähigkeit zu besitzen. Um Stoſskräfte sicher auf die äuſseren Langträger übertragen zu können, wurde das Endfeld des Untergestells sehr kräftig ausgebildet. Das Kopfstück besteht aus zwei starken ungleichschenkligen Winkeleisen. Es ist mit der nächsten Querverbindung, an der die Gelenke für die Auſsenpuffer angebracht sind, durch kräftige Schrägstreben, die aus U-Eisen bestehen und durch Zugbänder, die aus L- und Flacheisen zusammengesetzt sind, verbunden. Auf diese Weise ist ein kräftiges Fachwerk gebildet worden, das Stöſse aus allen Richtungen — auch von einem Mittelpuffer aus — sicher auf die äuſseren Langträger überträgt.

*) Ein von der Linke-Hofmann-Lauchhammer A.-G. entworfener und gebauter eiserner D-Zugwagen amerikanischer Bauart für die Chilenische Staatsbahn war im Modell ausgestellt.

Um Raum für die Einstiegtritte zu gewinnen, mufsten die äufseren Langträger schräg nach vorn verlaufend abgebogen werden. Schrägstreben zur Übereckversteifung besitzt das Untergestell nicht. Diese wird vielmehr nach einem Vorschlag der Waggon- und Maschinenbau A. G. Görlitz, durch wenige, aber kräftige Querverbindungen, die mit starken Knotenblechen in grofser Länge an den Langträgern befestigt sind, erreicht. Durch Versuche ist festgestellt worden, dafs diese Ausführung der Verwendung von Schrägstreben überlegen ist. Die Langträger werden sehr gut gegen Ausknicken gesichert. Die Zugvorrichtung greift an beiden Drehstuhlträgern, die in wagrechter Richtung sehr stark bemessen sind, an. Die Zugkräfte werden mithin ebenfalls sehr sicher übertragen.

Die Dachspriegel bestehen aus Z-Eisen, die mit dem Dachrahmen vernietet sind. Äusserer Dachbelag, Fufsboden und die inneren Schalungen sind wie bisher üblich in Holz gefertigt. Die Stirnwände sind besonders kräftig ausgebildet worden und oben mit den Seitenwänden, um die durch die Türöffnungen hervorgerufene Schwächung unschädlich zu machen, durch ein kräftiges Blech verbunden (Rammdach).

Diese Bauart der eisernen Personenwagen ist von der früheren preufsisch-hessischen Staatsbahn im Laufe von über 15 Jahren entwickelt worden und hat die Erwartungen und die gestellten Forderungen in jeder Beziehung aufs beste erfüllt.

Ein in Seddin ausgestellter eiserner D-Zugwagen zeigt eine abweichende Bauart. Grundsätzlich wird auch bei dieser daran festgehalten, die Seitenwände zum Tragen heranzuziehen. Als Obergurt dient aber nicht der Dachrahmen, sondern ein in der Fensterbrüstungshöhe liegendes U-Eisen. Verbunden ist dieses mit dem als Untergurt dienenden Langträger des Untergestells durch Winkeleisenstützen und Flacheisenstreben. Die Bekleidungsbleche sind nicht mit den Eisenteilen vernietet, sondern an Holzfutter angeschraubt. Sie werden also nicht für die Lastaufnahme benutzt. Bei Beschädigungen können sie leichter ausgewechselt werden. Die Bauart hat aber den Nachteil, dafs die Wagen bei gleicher Festigkeit schwerer oder bei gleichem Gewicht weniger widerstandsfähig sind als die, die nach deutscher Einheitsbauart gebaut sind. Auch dürfte die Herstellung teurer werden. Für die Unterhaltung von Hauptbahnwagen dürfte der Vorteil kaum nennenswert sein. Wie die Erfahrungen der Deutschen Reichsbahn lehren, brauchen bei leichten Beschädigungen die Bekleidungsbleche nicht abgenietet zu werden. Leichtere Eindrückungen können ausgebeult werden. Gröfsere Beschädigungen können durch Ausschneiden und Einschweifsen instandgesetzt werden*). Genietete Bleche halten einen Anprall naturgemäfs besser aus als angeschraubte. Ihre Beschädigung wird meist geringer. Bei sehr schweren Stöfsen wird das Gittertragwerk wahrscheinlich auch so stark beschädigt werden, dafs seine Wiederherstellung der Ausbesserung genieteter Bleche, die aus gleichem Anlafs beschädigt sind, mindestens gleichkommt. Im Vollbahnbetrieb sind derartige Beschädigungen im übrigen so selten, dafs sie im Vergleich mit dem Aufwand für die sonstige Wagenunterhaltung kaum ins Gewicht fallen. Für Strafsenbahnen in gröfseren Städten mit starkem Fuhrwerkverkehr, bei denen Blechbeschädigungen häufig in gröfserem Umfange vorkommen, kann diese Bauart eine gewisse Bedeutung erlangen. Ebenso ist sie für Wagen, bei denen eine äufsere Holzbekleidung angewendet werden mufs, geeignet.

Eine weitere Abweichung von der deutschen Einheitsausführung zeigte ein in natürlichen Abmessungen ausgestelltes Modell für ein Schlafwagendoppelabteil. Im wesentlichen ist hier die deutsche Bauart beibehalten worden. Abweichend ist jedoch die Ausbildung des als Obergurt der Seitenwand dienenden Dachrahmens. Ein 3 mm starkes im Bogen gemessen etwa 500 mm breites Rammblech verbindet die Ecksäulen der beiden Stirnwände über die ganze Wagenlänge. Mit den aus Z-Eisen bestehenden Dachspriegeln ist es vernietet. In der Langrichtung sind diese Bleche unabhängig von den Seitenwandblechen mit einem äufseren mit den Bekleidungsblechen und den Rungen vernieteten Obergurteisen und an der anderen Kante mit einem mit den Spriegeln vernieteten durchlaufenden Z-Eisen, das bis an die hölzerne Dachschalung reicht, vernietet. Durch diese Ausführung soll eine bessere Längsversteifung des Daches erreicht, d. h. die Rammsicherheit erhöht werden. Der Raum über den Fenstern, der bei der anderen Ausführungsart durch den Steg des Z-Eisens abgeschlossen wird, bleibt frei. Deshalb ist es möglich, nach oben öffnende Fenster höher zu heben, d. h. bis an das Dachblech. Ein Nachteil derartiger Fenster — zu geringe Öffnung in geöffnetem Zustand — wird hierdurch verringert. Diesem Umstande ist aber keine zu grofse Bedeutung beizulegen, da derartige Fenster andere erhebliche Nachteile aufweisen, so dafs sie deutschen Ansprüchen nicht genügen. Ob für die senkrechte Lastaufnahme eine gleiche Festigkeit erzielt wird, wie bei dem Obergurt der deutschen Einheitsbauart erscheint zweifelhaft. Das obere Langblech dürfte vielmehr lediglich als Diagonalversteifung der Spriegel zur Wirkung kommen. Bei grofsen Druckbeanspruchungen des Obergurtes dürfte die Gefahr bestehen, dafs die Bleche an der oberen Kante Falten bilden. Das an der oberen Kante vorgesehene Z-Eisen dürfte für die senkrechte Beanspruchung bedeutungslos sein, da es zu weit aufserhalb der Schwerpunktebene der Seitenwand liegt. Vorteilhaft könnte die Ausführung sein, wenn das Blech das ganze Dach bedeckt. Aussichtsreiche Versuche mit einem vollständig eisernen Dach werden von der Deutschen Reichsbahn gegenwärtig ausgeführt. Von Wert ist ein solches aber nur, wenn es lediglich mit einem Schutzanstrich versehen ohne besondere Schutzmafsnahmen gegen Geräusche, Wärmeeinflüsse wie z. B. Belegen mit Filz oder anderen Stoffen den Ansprüchen genügt. Sonst wird es unwirtschaftlicher als das mit einer geeigneten Decke versehene aus Holzbrettern bestehende Dach. Z. Zt. läfst sich noch nicht übersehen, ob das vollständig eiserne Dach Vorteile bietet, oder ob erhebliche Nachteile gegen diese Bauart sprechen.

D-Zugwagen hölzerner Bauart wurden nur noch in einer Ausführung, die auch sonst in jeder Beziehung als veraltet anzusprechen war — der Wagen hatte z. B. Lüftungsaufbau, Gasbeleuchtung und Hochdruckdampfheizung — gezeigt. Er besafs ein eisernes Untergestell mit aufgesetztem hölzernen Wagenkasten. Aufsen war der Wagen mit Eichenholzverschalung, die in rötlichem Ton lackiert war, versehen. Der Wagenkasten ist mittels kräftiger Zugstangen, die durch Dachrahmen und Langträger gehen, mit dem Untergestell verankert. Derartige Ausführungen dürften allgemein bekannt sein, so dafs es sich erübrigt, hier weiter darauf einzugehen.

Ein für Nebenbahnstrecken der Deutschen Reichsbahn bestimmter vierachsiger Durchgangwagen (Nr. 13 der Übersicht 1) ist grundsätzlich in gleicher Weise aufgebaut, wie die D-Zugwagen. Ebenso lehnte sich die Ausführung eines vierachsigen Kleinbahnwagens (Nr. 16 der Übersicht 1) eng an die Bauart der D-Zugwagen an.

Bei den ausgestellten Personenzugwagen ist besonders bemerkenswert, dafs sie alle nur zwei Achsen besitzen. Dreiachsige Wagen werden entsprechend den neueren Erfahrungen wohl nur dann noch gebaut, wenn die Gewichtsverhältnisse es erfordern, oder wenn sie in Schnellzüge eingestellt werden sollen, da die Vorschriften für solche z. Zt. im allgemeinen zweiachsige Wagen noch nicht zulassen. Die Einführung der dritten Achse war anfangs auch lediglich darauf zurückzuführen, dafs die Gewichte für die damals vorhandenen Baustoffe für Achsen usw. zu grofs wurden, nicht wie heute noch vielfach irrtümlich angenommen wird, weil es möglich wäre, die Federung

*) Glasers Annalen 1923, Heft 1109.

zu verbessern. Auch die vielfach verbreitete Annahme, dafs der zweiachsige Wagen den Oberbau mehr beansprucht, als der dreiachsige dürfte nicht zutreffen. Dies müfste sich auch in einer gröfseren Abnutzung der Radreifen zeigen. Diese tritt aber, wie jahrelange Vergleichsversuche bewiesen haben, nicht ein. Im übrigen ist die Beanspruchung des Oberbaues durch die gut gefederten Personenwagen mit geringem Achsdruck gegenüber den Güterwagen, die in viel gröfserer Zahl verkehren und viel höhere Achsdrücke haben, und der Lokomotiven so unwesentlich, dafs sie für die Erwägung ob zwei oder drei Achsen zu verwenden sind, belanglos ist. Der einzige ausgestellte Personenzugwagen, der einen neuzeitlichen Aufbau besitzt (Nr. 11 der Übersicht 1) ist der in Abb. 3

Abb. 3. Eiserner Einheitsabteilwagen der Deutschen Reichsbahn.

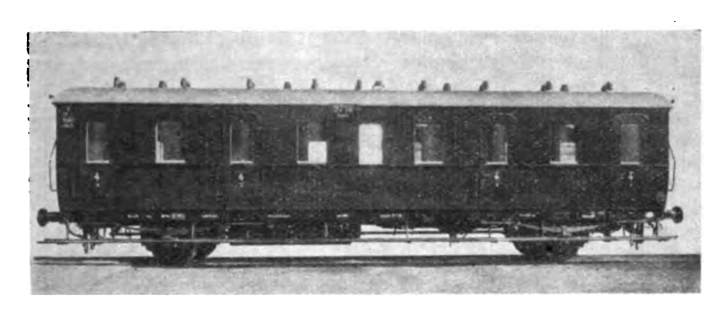


Abb. 4. Eiserner Einheitsabteilwagen der Deutschen Reichsbahn; Kastengerippe und Untergestell.



dargestellte Einheitsabteilwagen 4. Klasse der Deutschen Reichsbahn. Kastengerippe und Untergestell zeigt Abb. 4. Grundsätzlich entspricht der Aufbau dem der D-Zugwagen. Die äufseren Langträger des Untergestells dienen ebenfalls neben der Aufnahme senkrechter Lasten zur Übertragung der Zug- und Stofskräfte. Die Zugvorrichtung greift an einem kräftigen in der Wagenmitte befindlichen kastenartigen Querträger an. Schrägstreben sind wie bei D-Zugwagen durch kräftige Querverbindungen, die in grofser Länge mit starken Knotenblechen an den Langträgern befestigt sind, ersetzt. Die Mittellangträger tragen vorwiegend den Fufsboden, konnten also verhältnismäfsig schwach gewählt werden. Das Untergestell ist nach Vorschlägen der Waggon- und Maschinenbau A. G. Görlitz, ausgebildet worden*). Achshalter und Federböcke sind an besonderen Hilfsträgern, die mit dem Kopfstück, das aus zwei sehr kräftigen ungleichschenkligen L-Eisen besteht, und einem Querträger verbunden sind, befestigt. Äufserst starke Eckverbindungen und das widerstandsfähige Kopfstück ermöglichen eine unbedingt sichere Übertragung der Kräfte von den Puffern und den Achshaltern auf die äufseren Langträger. Bei einigen schweren Unfällen hat das Untergestell bereits seine hervorragenden Widerstandsfähigkeiten bewiesen.

Die Seitenwände sind wie die der D-Zugwagen tragend ausgebildet worden. Ein Sprengwerk zur Versteifung der Langträger des Untergestells ist ebenfalls nicht vorgesehen. Die Rahmen für die Drehtüren sind aus Z-Eisen gebogen und dienen als Rungen. Mit dem als Obergurt dienenden aus Z-Eisen bestehenden Dachrahmen sind sie durch L-Eisen verbunden. Die an den herablafsbaren Fenstern befindlichen Rungen bestehen ebenfalls aus Z-Eisen. Im übrigen entspricht die Bauausführung des Kastengerippes und Untergestells der der D-Zugwagen.

Die anderen ausgestellten zweiachsigen Personenzugwagen und Kleinbahnwagen zeigen in ihrem Aufbau nichts bemerkenswertes. Sie besitzen die früher übliche Bauform, d. h. eisernes Untergestell mit durch Sprengwerk verstärkten Langträgern und darauf aufgesetzt ein mit Blech verkleidetes hölzernes Kastengerippe. Derartige Ausführungen dürften allgemein bekannt sein. Im einzelnen soll deshalb diese Bauart nicht weiter erörtert werden.

### 3. Schlafwagen.

Ein besonders umfangreiches Bild vom gegenwärtigen Stand des europäischen Personenwagenbaues zeigten die ausgestellten Schlafwagen. Es wurden drei verschiedenartige Schlafwagen, zwei D-Zugwagen mit Schlafeinrichtung und zwei Modelle einer neuartigen Ausführung von Doppelabteilen, die vollständig betriebsfertig ausgestattet waren, gezeigt.

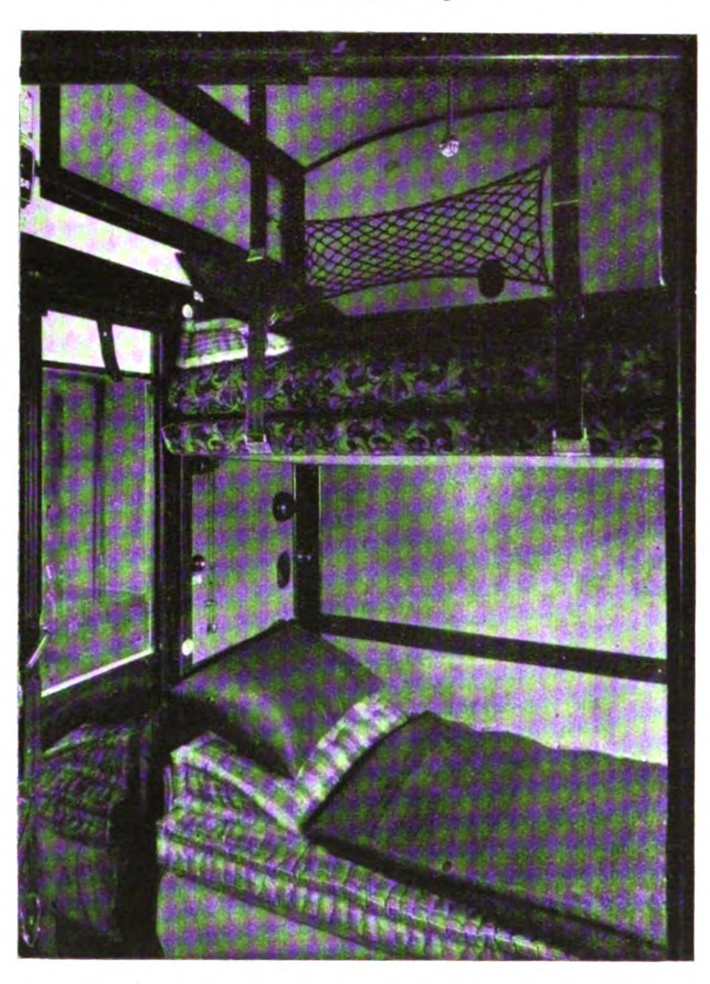
Der Einheitsschlafwagen 1./2. Klasse der Deutschen Reichsbahn (Nr. 2 der Übersicht 1) entspricht in bezug auf seinen Grundrifs, der aus Abb 1, Taf. 3 zu ersehen ist, im wesentlichen der letzten preufsisch-hessischen Ausführung. Abweichend von dieser ist das Tonnendach, das zweiachsige Drehgestell und das eiserne Kastengerippe. Den Querschnitt eines Doppelabteils zeigt Abb. 5 der Tafel. Die wesentlichsten Merkmale und die Hauptabmessungen sind aus den Abbildungen zu ersehen. Die Zwischenwände verlaufen in ihrem mittleren Teil schräg. Hierdurch wird eine sehr günstige Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Grundfläche erreicht. Die Gesamtlänge zweier nebeneinander liegenden Abteile betrug bei den älteren preufsisch-hessischen Schlafwagen, die eine gerade Zwischenwand hatten, 2760 mm. Die gesamte Grundfläche war zwar ausreichend, der lichte Abstand zwischen Sitzen und Wand war jedoch so knapp, dafs das Be- und Entkleiden und das Waschen mit Unbequemlichkeiten verknüpft waren. Durch die geringe Verlängerung von 100 mm für ein Abteil und die Schrägstellung des mittleren Teiles der Wand wurde eine ganz erhebliche Verbesserung erreicht. In jedem Abteil befindet sich nunmehr ein Raum von der reichlichen Länge von 1655 mm, der ein sehr bequemes Be- und Entkleiden sowie Waschen zuläfst. Auf der anderen Seite ist nur eine Länge nötig, die

*) Siehe Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1921. Nr. 20.

für das Sitzen bei Tagesfahrten ausreicht. Hierfür genügt die vorhandene Länge von 1305 mm vollständig.

Der Wagen enthält zehn Abteile, einen Dienstraum, zwei Aborte und zwei Vorräume. Die Abteile sind gegen den Seitengang durch Drehtüren abgeschlossen. An den Endabteilen besitzt der Seitengang verschliefsbare Drehtüren. In der Tafelabbildung 5 ist ein Abteil für Tagesfahrt, das andere für die Nacht hergerichtet, dargestellt. Sitzbank und Rücklehne sind mit Gobelinstoff überzogen. Für die Nacht wird die Rücklehne hochgeklappt, der Sitz umgedreht. Mit dem erforderlichen Zubehör werden auf diese Weise Sitz- und Rücklehne als Betten hergerichtet. Für Reisende 2. Klasse werden beide Betten, für Reisende 1. Klasse wird nur das untere belegt. Textabb. 5 und 6 zeigen die Ausstattung des Abteils. In einer Ecke

Abb. 5. Einheitsschlafwagen 1./2. Klasse der Deutschen Reichsbahn; Abteilausstattung.



sind die Waschschränke eingebaut. Die Waschbecken werden bei Nichtgebrauch hochgeklappt. Die Abb. 6 zeigt ein von der Linke-Hofmann-Lauchhammer A.-G. vorgeschlagenes versuchsweise ausgeführtes klappbares Waschbecken, das sich infolge seiner Lagerung im Schwerpunkt leicht bewegen läfst.

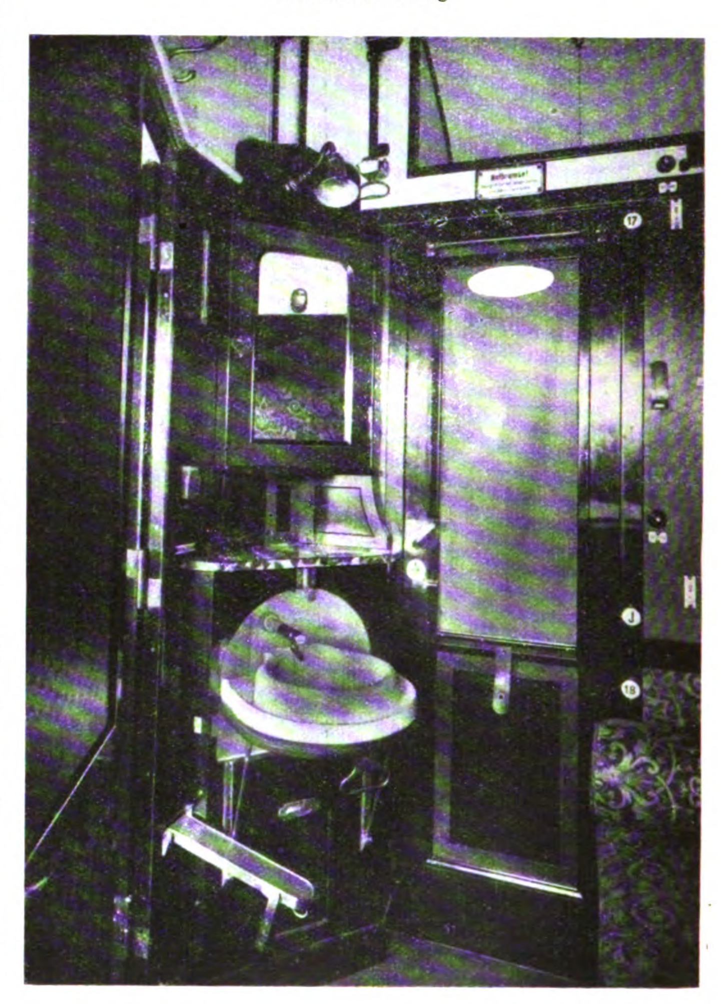
Für die Unterbringung von Gepäck sind Räume über dem Seitengang, der eine Zwischendecke erhalten hat, geschaffen worden.

Zwischen zwei Abteilen befinden sich teilweise doppelflügelige Drehtüren. Durch ihre Öffnung kann bei Bedarf ein grofser Raum hergestellt werden.

Mit Berücksichtigung der während ihres Entwurfes und Baues geltenden technischen Vorschriften kann man diese Wagen in ihrer Art als das in bezug auf die Bequemlichkeit und Wirtschaftlichkeit vollkommenste bezeichnen. Die Länge war so bemessen, wie es die von ihr abhängigen Breitenabmessungen, die ein Mindestmafs nicht unterschreiten dürfen, zuliefsen. Inzwischen sind jedoch die für die Längen- und Breitenmafse geltenden Bestimmungen der »Technischen Vereinbarungen« neu aufgestellt worden*). Die neuen Werte lassen erheblich günstigere Abmessungen für den Bau von Drehgestellwagen zu.

Um die Vorteile der neuen Vorschriften nutzbar zu machen und ohne Verschlechterung der Wirtschaftlichkeit weitere Bequemlichkeit zu schaffen, haben die Wagenbauanstalten Van der Zypen & Charlier, Köln-Deutz, und Waggon- und Maschinenbau A. G. Görlitz, neue Entwürfe für Schlafwagen 1./2. Klasse aufgestellt. Je ein betriebsfertig hergestelltes Modell eines Doppelabteils war in Seddin ausgestellt. Die vorgeschlagenen

Abb. 6. Einheitsschlafwagen 1./2. Klasse der Deutschen Reichsbahn; Abteilausstattung.



Grundrisse und die Hauptabmessungen sind aus Abb. 2 und 3, Taf. 3 zu ersehen.

Die gröfsere Länge der Wagen ermöglicht es die Länge der Abteile zu vergröfsern und elf statt zehn Abteile vorzusehen. Das Gesamtgewicht des Wagens wird zwar naturgemäfs vergröfsert, nicht aber das für die Wirtschaftlichkeit mafsgebende auf einen Platz entfallende Gewicht, das wie aus Übersicht 2 zu ersehen ist, sogar noch verringert werden kann. Viele Teile von grofsem Gewicht, wie Drehgestelle, Stirnwände, Zug- und Stofsvorrichtungen, Bremse usw. sind nämlich fast unabhängig von der Wagenlänge. Deshalb wird mit zunehmender Länge das auf einen Platz oder auf 1 m Wagenlänge ent-

*) V. Nachtrag der „Technischen Vereinbarungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Haupt- und Nebenbahnen“ vom Februar 1924.

Übersicht 2. Gegenüberstellung der Abmessungen von Schlafwagenabteilen 1./2. Klasse.

| Lfd. Nr. | Ausführung | Länge mm | | | Anzahl | | Gewicht kg | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | eines Abteils | zweier Abteile zusammen | des Wagenkastens | Abteile | Plätze | ganzer Wagen | auf 1 Platz |
| 1 | Ältere preufsisch-hessische | 1380 | 2760 | 19200 | 10 | 20 | 44500*) | 2225 |
| 2 | Einheit Deutsche Reichsbahn | 1305/1655 | 2960 | 20200 | 10 | 20 | 46000 | 2300 |
| 3 | Vorschlag Van der Zypen und Charlier | 1320/1820 | 3140 | 22150 | 11 | 22 | 48900*) | 2223 |
| 4 | Vorschlag Görlitz | 1575 | 3150 | 22152 | 11 | 22 | 48900*) | 2223 |

*) Ermittelt unter Annahme gleicher Bauart wie unter laufender Nr. „2" (z. B. gleiche Drehgestelle, Bremse, Zug- und Rostvorrichtungen, Tonnendach, eisernes Kastengerippe usw.)

fallende Gewicht kleiner. Es ist also wirtschaftlich, einen Wagen so lang, wie es die Breitenabmessungen zulassen, zu bauen.

Im Gegensatz zu der Einheitsausführung der Deutschen Reichsbahn sieht der Entwurf Van der Zypen & Charlier, Abb. 3, Taf. 3 die Verbindungstür zwischen zwei Abteilen senkrecht zur Längsachse des Wagens vor. Die an die Tür sich anschliefsenden Wandteile sind dagegen schräg und zwar nach beiden Seiten in verschiedener Richtung verlaufend angeordnet worden. In die auf diese Weise entstehenden Ecken an der Aufsen- und an der Seitengangwand sind die Waschschränke eingebaut worden. Die Grundfläche ist ausreichend geräumig. Die Benutzung der Waschtische scheint jedoch sehr erschwert zu sein, da sie in der Ecke schlecht zugänglich sind. Störend wirkt der in das Nebenabteil hineinragende Teil der schrägen Wand.

Da durch die Verlängerung des Abteils eine ausreichend grofse Grundfläche entstanden ist, verzichtet der Entwurf der Waggon- und Maschinenbau A. G. Görlitz, Abb. 2, Taf. 3 auf die Schrägstellung der Zwischenwand. Das Waschbecken ist fest. Es ist bequem und leicht zugänglich. Durch eine Klappe kann es verdeckt werden. Wird es nicht benutzt, so kann die Klappe als Tisch oder Gepäckablageplatz Verwendung finden. An der Fensterseite ist der Sitzbank gegenüber noch ein fester Sitz und dazwischen ein Klapptisch angeordnet worden. Beide Reisende eines Abteils können also bequem gegenüber sitzen und Fensterplätze einnehmen. Bei Tagesfahrten können sich drei Reisende sitzend in einem Abteil aufhalten. Vorteilhaft ist, dafs der Grundrifs aller Abteile vollständig gleichmäfsig ist. Ein derart ausgestattetes Abteil wird den verwöhntesten Wünschen Rechnung tragen. Es dürfte das vollkommenste sein, was sich bei Beibehaltung der bisherigen europäischen Grundform von Schlafwageneinrichtungen 1./2. Klasse bei Wahrung gröfster Wirtschaftlichkeit erreichen läfst.

Ein erheblicher Nachteil wird jedoch durch alle derartigen an sich begrüfsenswerten Verbesserungsvorschläge nicht aus der Welt geschafft. Dieser besteht darin, dafs sich bei Verwendung als 2. Klasse zwei Schlaflager in einem Abteil übereinander befinden. Beide Reisende eines Abteiles sind auf die gemeinsame Benutzung der vorhandenen Einrichtungen für Licht, Heizung, Lüftung und insbesondere auch der Wascheinrichtung von einander abhängig und auf gegenseitige Verständigung angewiesen. Letzteres wird meist nur unter Zurückstellung persönlicher Wünsche möglich sein. Infolge der Anordnung der Schlaflager übereinander und der notwendigen Herrichtung der Tagessitze für den Nachtgebrauch ist dem einzelnen Reisenden die Möglichkeit genommen, dem persönlichen Bedürfnis entsprechend, sein Schlaflager aufzusuchen, ohne sich zuvor mit seinem Mitreisenden darüber verständigt zu haben. Haben beide Mitreisende dasselbe Reiseziel, so wird es sehr unangenehm empfunden, dafs in dem Abteil nur eine Wascheinrichtung vorhanden ist. Ist das Reiseziel verschieden, so kann eine Störung selbst bei gröfster Rücksichtnahme des Aussteigenden gegenüber dem Zurückbleibenden kaum vermieden werden.

Um diese Mängel zu beseitigen, ohne hierdurch die Wirtschaftlichkeit zu verringern, mufste deshalb erstrebt werden, die gleiche Bettenzahl, die erfahrungsgemäfs benutzt wird, in Einzelräumen unterzubringen. Diese Aufgabe ist von dem in Seddin ausgestellten, in Abb. 1—3, Taf. 4 dargestellten, von der Waggonbauanstalt Wegmann in Cassel entworfenen und gebauten Schlafwagen (Nr. 1 der Übersicht 1) in hervorragender Weise gelöst worden. Nach bisherigen Erfahrungen werden meist bis vier Abteile von Reisenden 1. Klasse, die übrigen sechs von Reisenden 2. Klasse belegt. Im ganzen sind demnach meist sechzehn Betten in einem Wagen in Benutzung. Entsprechend ist der neue Entwurf aufgestellt worden. Er sieht vier Abteile 1. und vierzehn Abteile 2. Klasse vor. Statt des Seitenganges erhielt der Wagen einen Mittelgang von 675 mm Breite und 1920 mm Höhe. Diese Abmessungen sind für einen Schlafwagen, bei dem der Gang nur für den Verkehr einer sehr geringen Zahl von Reisenden in Frage kommt, als ausreichend zu betrachten. Von dem Mittelgang aus sind rechts und links durch Drehtüren die Abteile zu erreichen. Auf der einen Seite befinden sich zehn Abteile 2. Klasse und ein ausreichend grofser mit allen neuzeitlichen Einrichtungen ausgestatteter Dienstraum, auf der anderen vier Abteile 1. und vier Abteile 2. Klasse. Ferner sind auf jeder Seite noch zwei bequem und behaglich ausgestattete Tagesräume vorgesehen. In diesen ist zur Einnahme von Speisen und zum Aufenthalt bei Tagesfahrten bequeme Sitzgelegenheit für zwölf Personen vorhanden. Durch eine entsprechende Verteilung dieser Räume wird eine ausreichende Tagesbeleuchtung des Mittelganges erreicht. An beiden Wagenenden befinden sich vom Gang aus zugängliche Aborte, der Heizkessel für die Warmwasserheizung und ein grofser Aufbewahrungsschrank für Wäsche usw.

Die Abteile der 1. Klasse besitzen eine Länge von 2540 mm, eine Breite von 1020 mm und eine Höhe von 2200 mm, sind also sehr reichlich bemessen. Die Schlaflager sind gleichlaufend mit dem Mittelgang angeordnet. Sie lassen sich durch wenige einfache Handgriffe in einen klubsesselartigen äufserst bequemen Sitz für den Gebrauch bei Tag herrichten.

Die Unterbringung von achtzehn Betten in Einzelkabinen wurde dadurch ermöglicht, dafs die Schlaflager 2. Klasse über den Mittelgang quer zur Fahrtrichtung hoch gelegt wurden. In den Abteilen 2. Klasse ist ein besonderer Polstersitz im unteren Eingangsraum bequem am Aufsenfenster gelegen, angeordnet worden. Ein angenehmer Aufenthalt bei Tagesfahrt wird hierdurch geschaffen. Will der Abteilinhaber sein Schlaflager aufsuchen, so klappt er den Tagessitz hoch und kann dann über eine von der Wand herunterklappbare bequeme Leiter zum Schlaflager emporsteigen. Durch entsprechende Anordnung der Lampen und Schalter kann das Licht sowohl vom Schlaflager aus, als auch vom unteren Tagesraum aus, ein und ausgeschaltet werden. In gleicher Weise können die Luftsauger bedient werden.

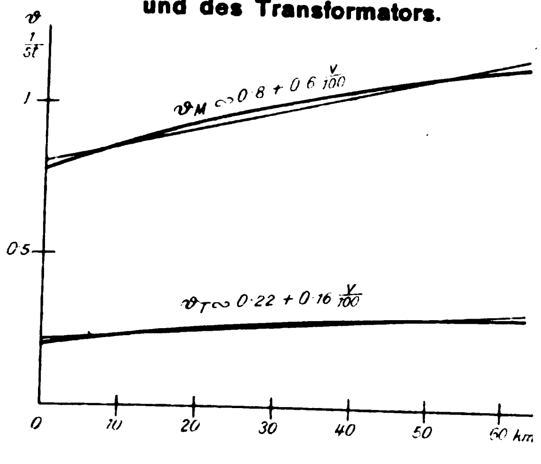
Sowohl zwei Abteile 1. wie zwei solche 2. Klasse sind durch Türen getrennt, durch deren Öffnung ein vereinter grofser Raum hergestellt werden kann.


UNIV. OF MICH.



## Abb. 9 bis 14. Z

**Abb. 9. Kühlung der Motoren und des Transformators.**



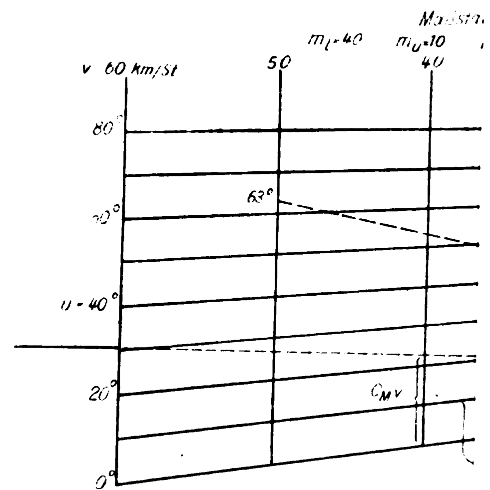




**Abb. 14. Rechenbild für die Neigu**
**der Weg-Arbeitsverbrauchslinie**

Maßs.

$m_l = 40$ $m_A = 2$

60 50 40 3

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Hauptfaktoren wiedergeben, d. i. von der Lage und Beschaffenheit der Last, von der Nummer des belasteten und des untersuchten Feldes, sowie von der Lage des untersuchten Querschnittes und dafs sie keine Hilfsgröfsen enthalten, die diese unmittelbare Beziehung verschleiern können, gewähren sie die Möglichkeit, nicht nur auf einmal die verlangten Werte zu bestimmen, sondern auch die verschiedenen Beziehungen zwischen diesen Gröfsen leicht zu durchschauen und neue Eigenschaften des durchlaufenden Balkens aufzudecken. Rabinowitsch stellte sich nicht die Aufgabe, alle Fragen der Theorie des durchlaufenden Balkens zu lösen, die die Anwendung der Theorie der endlichen Differenzen zulassen. Er wollte nur einerseits eine leichte Berechnung durchlaufender Balken mit grofser Felderzahl erreichen und anderseits die Leichtigkeit der Ergebnisse und die Allgemeingültigkeit der Formeln beweisen, die bei der Anwendung dieses Verfahrens der endlichen Differenzen auf die Lösung einiger Fragen der Baumechanik erzielt werden.

Rabinowitsch untersucht nach einleitender Darstellung seines Verfahrens den durchlaufenden Balken mit gleichen Feldern, der in einem einzigen Feld eine Last trägt, und zwar bei beiderseits frei aufliegenden, beiderseits eingespannten Enden und bei einerseits frei aufliegendem, anderseits eingespanntem Ende, dann den nämlichen durchlaufenden Balken bei den nämlichen Lagerungen der Enden mit lauter gleichen Lasten und gleichen Laststellungen in sämtlichen Feldern. Weiter untersucht er den Einflufs von Kragenden und elastischer Anordnung der Balkenenden, die Momenteneinflufslinien, ebenfalls bei obigen 3 Lagerungsfällen der Enden, den Einflufs der lotrechten Verschiebung eines Auflagerpunktes und einige weitere Anwendungen der Theorie der endlichen Differenzen auf den durchlaufenden Balken mit verschiedenen Feldergruppen. Zum Schlusse gibt er noch einen kurzen Ausblick auf den durchlaufend elastisch aufgelagerten und gleichmäfsig belasteten Balken (nach Timoschenko, Lehrbuch der Elastizitätstheorie II. Teil St. Petersburg 1916, S. 15), auf den durchlaufenden, durch Längskräfte gedrückten Balken (Timoschenko, wie vor, S. 83) und auf den durchlaufenden Balken auf elastischen Stützen.

Die beim Studium des Rabinowitschschen Buches erweckten Eindrücke lassen erkennen, dafs die langjährige Unterbrechung in der Übermittlung wissenschaftlicher Fortschritte in Rufsland an das Ausland manche Lücke geschaffen hat und dafs an Übertragung wichtiger russischer wissenschaftlicher Werke aus der letzten Zeit viel nachzuholen ist. Dr. Saller.

---

**Vorarbeiten für Eisenbahn und Strafsen** von G. Claus Reg.- und Baurat, Frankfurt a. M, neu bearbeitet, 5. Auflage, 457 Seiten, 129 Textblätter, 8 Tafeln. Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann 1924. Geb. ℳ 27.—.

Auf dem Gebiete der Vorarbeiten sind in den letzten 20 Jahren, seitdem die 4. Auflage des vorliegenden Werkes von Oberschulte bearbeitet erschienen ist, wesentliche Fortschritte, wenn wir von der Geländeaufnahme absehen, nicht zu verzeichnen und so erscheint es natürlich, dafs die neue Auflage von der früheren nicht allzusehr abweicht.

Der Umfang der neuen Bearbeitung umfafst 457 gegen 352 Seiten. Die Absicht, in demselben Band auch die Vorarbeiten für Kanäle mitzubearbeiten, wurde zunächst nicht durchgeführt. Dafs die Vorarbeiten für Strafsen und Eisenbahnen auch in der neuen Auflage gemeinschaftlich behandelt sind, erscheint bei der grofsen Verwandtschaft der beiderseitigen Aufgaben durchaus zweckmäfsig.

Wesentlich umgearbeitet ist der Abschnitt über die Geländeaufnahme mittels der Photogrammetrie unter Benutzung des Pulfrischen Verfahrens, des Stereokomparators und des Sterioautographen von Orell-Zeiss. Hier wird unter Beigabe von neuen Abbildungen zutreffend ausgeführt, dafs das Lichtbildmefsverfahren die Tachymeteraufnahme nicht ganz verdrängen wird. Das Luftbildmefsverfahren wird kurz berührt. Das Literaturverzeichnis ist durch einen besonderen Abschnitt über das Lichtbildmefsverfahren ergänzt.

In dem Abschnitt über ausführliche Vorarbeiten, ist bei der Aufnahme der Querschnitte der Puller'sche Staffelapparat und der zum raschen Herstellen von Schichtenplänen geeignete Schichtenzirkel von Opeschnigg beschrieben. Ferner ist die Prüfung von der Winkelmessung durch Azimutmessung aufgenommen, desgleichen das Verfahren von Hättasch zum unmittelbaren Zeichnen der Höhenlinien. Neue Abbildungen des Wagner-Fennelschen Tachymeters und des Tachygraphometers und des Puller-Breithauptschen Schnellmessers erweitern den Abschnitt über das Verfahren zur eingehenderen Geländeaufnahme.

Über den Abschnitt bei den allgemeinen Vorarbeiten sind die neuen Vorschriften über allgemeine Vorarbeiten in Preufsen neben den älteren bayrischen und sächsischen wiedergegeben.

Die Frage der Spurweite ist nur in dem I. Abschnitt, S. 3 unter Allgemeines und Einteilung der Bahnen behandelt, während sie bei der Entwicklung des Programms vor dem Absatz über Kronenbreite gestrichen ist, während die Frage der Spurweite doch auch hier zu erörtern bleibt. Ein Hinweis auf den 5. Band, 7. Abt. des Handbuches über Spurbahnen von Birk und auf die Leistungsfähigkeiten der Schmalspurbahnen wäre u. E. hier am Platze gewesen. — Unter den allgemeinen Regeln für technische Linienbestimmung § 9 ist die Behandlung der künstlichen Längenentwicklung unter Beifügung von neuen Abbildungen wie auch derjenigen für die Beseitigung der Spitzkehre bei Elm bedeutend erweitert. Auch ist auf die Möglichkeit der Anwendung von Steilbahnen hingewiesen. Bei der Besprechung der Sicherung des Bahnkörpers vermissen wir bei der Literaturangabe über Schneeverwehungen das wertvolle Werk von Pollack über Lawinenbau in Österreich und bei der Anführung der Röllschen Enzyklopädie wäre die neue Auflage von 1917 anstatt der 1894 zu nennen. Bei der Frage der Führung der Linie durch Torfmoore würde ein Hinweis auf die Danziger Dienstanweisung wohl am Platze sein. (Vergl. Roellsche Encykl. Band 8, S. 285.)

Bei den Wegeübergängen Seite 9 wäre der wichtige Gesichtspunkt der Übersichtlichkeit und der etwaigen Notwendigkeit einer Schrankenordnung wenigstens zu berühren. Die wichtige Frage der Feststellung der Lichtweiten der Durchlässe hätte vielleicht etwas eingehender behandelt werden können.

Der Abschnitt über Zugwiderstände ist namentlich erweitert durch Aufnahme der Frankschen Formel. Die Anführung der zweckmäfsigsten Steigung erscheint veraltet.

Ein Hinweis auf die Zweckmäfsigkeit der Stellung der Hochbauten, namentlich im Auftrag mit Rücksicht auf ihre Gründung wäre wohl nicht unangebracht.

Bei der Behandlung der Massenverteilung auf zeichnerischem Wege wäre die Verbesserung und Erweiterung durch R. Schütz und somit auch Abänderung des Steigungsmafsstabes auf 8, Tafel 6 wohl Wert angeführt zu werden. (Vergl. Zeitschrift für Bauwesen 1908). Auch wäre es nicht unzweckmäfsig zu erwähnen, dafs die zeichnerische Massenentwicklung nichts anderes als eine graphische Integration darstellt. Bei der Besprechung der einzelnen Titel des Kostenanschlags sind eine Reihe von Tabellen und Kostenangaben auf neueren Grundlagen verbessert, wie dies auch sonst geschehen ist.

Der Abschnitt über Grunderwerb ist durch Hervorhebung des Planfeststellungsverfahrens und der Anführung der bevorstehenden Zuständigkeit des Reiches den jetzigen Verhältnissen entsprechend gestaltet. Auch sind die Vorschriften des Vermessungswesens von 1913 der Preufsisch-Hessischen Eisenbahngemeinschaft angenommen.

In dem Anhang ist unter den gesetzlichen und anderen Vorschriften ein Auszug aus der Eisenbahnbau- und Betriebsordnung noch nach der Ausgabe 1905 aufgenommen, während die von 1913 Änderungen aufweist.

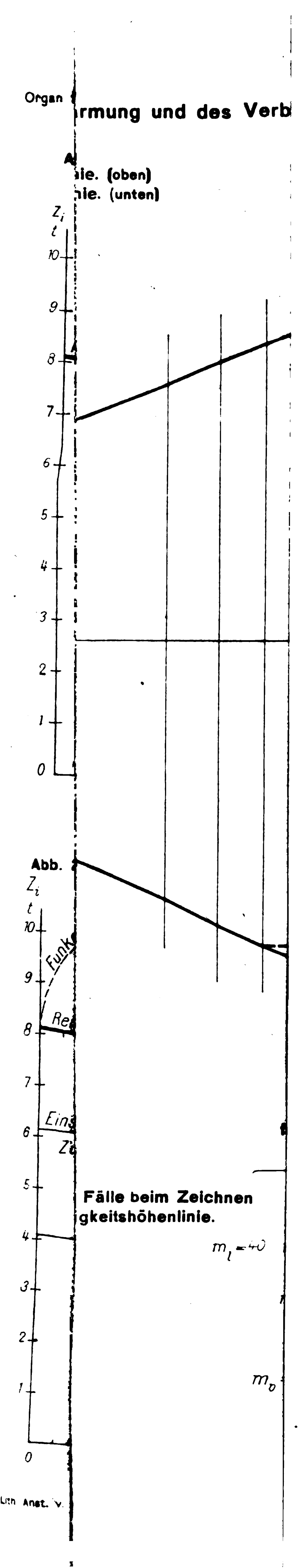
Bei Vorarbeiten über Strafsen sind die neuen Verkehrsverhältnisse, veranlafst durch die Zunahme des Kraftwagenverkehrs, kurz berührt. Hier wäre eine Darstellung des Einflusses auf Steigung, Krümmung und Querschnitt der Kraftwagenstrafsen erwünscht gewesen. Die preufsische Instruktion über den Strafsenbau wäre wohl zweckmäfsiger im Zusammenhang wiedergegeben worden. Die Abbildung 125, Seite 420 dürfte bei einer neuen Auflage durch eine neue ersetzt werden.

Zu bedauern ist der Fortfall der farbigen Ausführung der Tafeln und des Sachverzeichnisses. Die durch die neue Verfassung und den Übergang der Staatsbahnen an das Reich geschaffenen Veränderungen in den Verwaltungsbehörden sind nicht überall folgerichtig durchgeführt. In dem übernommenen Literaturverzeichnis vermissen wir an einzelnen Stellen wichtige ältere und neuere Werke, wenn sie auch zum Teil im Text angeführt sind. Auch könnte eine Reihe entbehrlicher Fremdwörter durch deutsche Ausdrücke ersetzt werden.

Von diesen kleinen Ausstellungen abgesehen, möchten wir zusammenfassend den vorliegenden Band des Handbuches in seiner neuen sachgemäfsen Bearbeitung als einen unentbehrlichen Ratgeber sowohl beim Unterricht als beim Studium und auch in der Ausübung bezeichnen und empfehlen ihn den Fachgenossen aufs wärmste.

H. Wegele.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

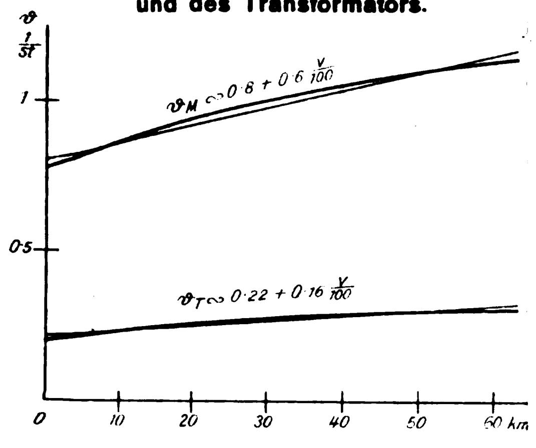

Organ
rmung und des Verb
ie. (oben)
nie. (unten)
Abb.
Fälle beim Zeichnen
gkeitshöhenlinie.
Lith. Anst. v.

Hauptf



**Abb. 9 bis 14. Z**

**Abb. 9. Kühlung der Motoren und des Transformators.**



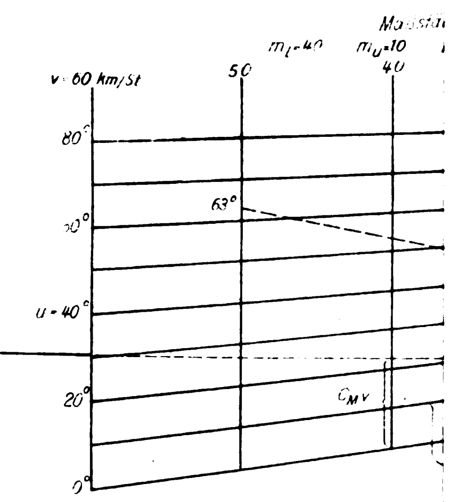



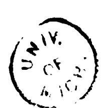

**Abb. 14. Rechenbild für die Neig**
**der Weg-Arbeitsverbrauchslini**

Maßs

$m_l = 40$ $m_A = 2$

v 60 50 40 3

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

**Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen**

**Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

**80. Jahrgang** **30. Januar 1925** **Heft 2**

## Die Personenwagen auf der Eisenbahntechnischen Ausstellung in Seddin.

Von Dipl. Ing. **Speer**, Regierungsbaurat a. D.

Hierzu Tafel 3 und 4.

### 1. Allgemeines.

Die wesentlichen Angaben über Abmessungen und besondere Merkmale der auf der Eisenbahntechnischen Ausstellung in Seddin ausgestellten Personenwagen sind aus der nachstehenden Übersicht 1 zu ersehen. Im ganzen waren 21 Personenwagen ausgestellt. Einige unterschieden sich von einander nur durch geringe Abweichungen in der Ausstattung, während die wesentlichsten Merkmale und die Hauptabmessungen gleich waren. Solche Wagen sind in der Übersicht 1 nur einmal aufgeführt worden. Im ganzen besafsen die ausgestellten 21 Personenwagen 16 verschiedene Bauarten. Etwa die Hälfte der ausgestellten Wagen gehörten der Deutschen Reichsbahn, die anderen gehörten ausländischen Staatsbahnen und Privatbahnen. Die Ausstellung zeigte eine umfassende Übersicht des neuzeitlichen Personenwagenbaues. Bezeichnend ist, dafs 15 von 21 Wagen nach der eisernen Einheitsbauart der Deutschen Reichsbahn gebaut waren und zwar hiervon sechs für fremde Verwaltungen (vergl. 4. Zeile von unten in der Übersicht).

Abb. 1. Eiserner Einheits D-Zugwagen der Deutschen Reichsbahn.

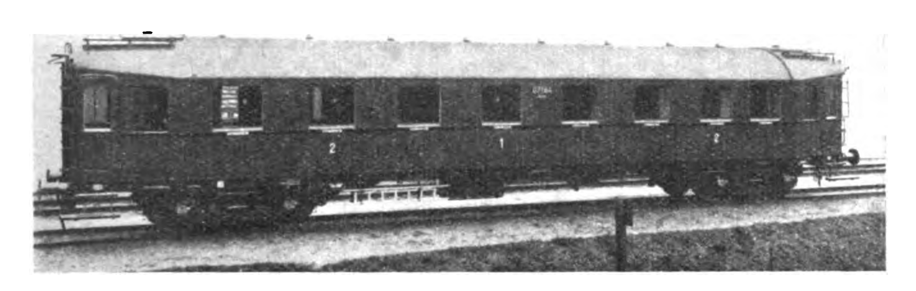
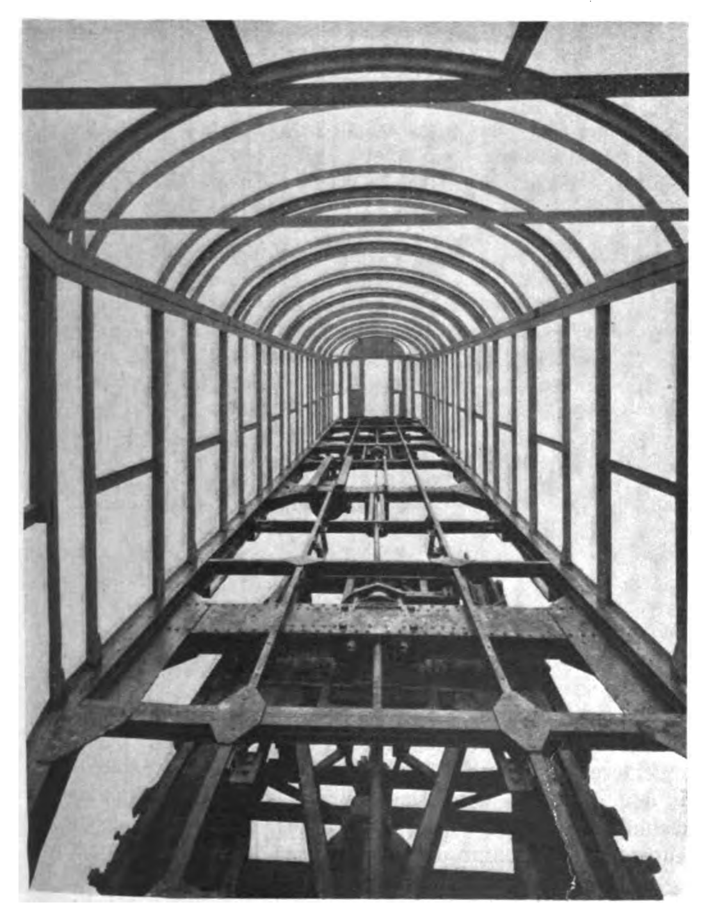


Abb. 2. Eiserner D-Zugwagen der Deutschen Reichsbahn; Kastengerippe und Untergestell.



Diese Bauart ist mithin bei weitem am meisten vertreten. Nur ein Wagen besitzt eine andere eiserne Bauart. Nur fünf Wagen haben noch hölzernes Kastengerippe.

### 2. Aufbau des Wagenkastens.

Da die nach der eisernen Bauart der Deutschen Reichsbahn gebauten Wagen im Aufbau ihres Kastengerippes nur unwesentlich von einander abweichen, sollen diese im einzelnen nicht erörtert werden. Im folgenden soll vielmehr nur kurz eine allgemeine Beschreibung der Ausführung gegeben werden.

Über die Gründe, die zur Einführung des eisernen Personenwagens bei der Deutschen Reichsbahn geführt haben und über die Entwicklung der Bauausführungen ist in Fachzeitschriften*) ausführlich berichtet worden. Deshalb sollen nur kurz die neusten Ausführungen, wie sie in Seddin gezeigt wurden, beschrieben werden. Einen eisernen D-Zugwagen der Einheitsbauart der Deutschen Reichsbahn zeigt Abb. 1, Untergestell und Kastengerippe Abb. 2. Gegenüber früheren Ausführungen springen besonders in die Augen die nach den Enden zu schräg verlaufenden Seitenwände und das Tonnendach. Letzteres verdrängt wegen seiner wesentlichen Vorteile mehr und mehr das früher bei einigen Verwaltungen — wie z. B. der preufsisch-hessischen — üblich gewesene Dach mit Lüftungsaufbau. Dieser wurde wegen scheinbar besseren Aussehens, wegen gröfserer Widerstandsfähigkeit und weil er nach früheren Erfahrungen eine bessere Lüftung zuliefs, ausgeführt. Die Festigkeit ist beim Tonnendach mit eisernen Spriegeln mindestens ebenso grofs. Nach neueren Erfahrungen läfst sich auch beim Tonnendach eine hervorragend gute Lüftung anbringen. Das Aussehen dürfte besonders im Innern nicht unschön sein. Von den ausgestellten Wagen besafsen nur noch zwei den Lüftungsaufbau. Diese waren auch in den übrigen Teilen in ihrer Bauart vollkommen veraltet.

Bei Aufstellung der Entwürfe wurde gröfste Wirtschaftlichkeit bei höchster Betriebssicherheit erstrebt. Einfachste Herstellung und Unterhaltung, geringstes Gewicht bei gröfster Widerstandsfähigkeit sollen dieses Ziel erreichen. Die einzelnen Bauteile sind so einfach wie irgend möglich gestaltet worden. Gufsstücke und schwierig herzustellende Prefsteile, sowie jede

*) Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1921, Nr. 11, 12 u. 20; 1924, Nr. 37; Glasers Annalen 1923, Heft 1108 u. 1109.

Übersicht 1. Hauptangaben über
Gewichte in kg,

| Laufende Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verwaltung | Mitropa | Deutsche Reichsbahn | Deutsche Reichsbahn | Jugoslavische Staatsbahn | Jugoslavische Staatsbahn | Rumänische Staatsbahn |
| Wagenart | | Schlafwagen | | D-Zugwagen mit Schlafeinrichtung | | D-Zug-wagen |
| Gattung | 1./2. Kl. | 1./2. Kl. | 3. Kl. | 1. Kl. | 2. Kl. | 1. Kl. |
| Achsenzahl | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Achsstand | 19500 | 16620 | 16620 | 15150 | 15150 | 15400 |
| Drehzapfenabstand | 15900 | 14470 | 14470 | 13000 | 13000 | 13250 |
| Drehgestellachsstand | 3600 | 2150 | 2150 | 2150 | 2150 | 2150 |
| Drehgestellbauart | Görlitzer | Deutsche Reichsbahn, amerik. | Deutsche Reichsbahn, amerik. | Deutsche Reichsbahn, amerik. | Deutsche Reichsbahn. amerik. | Deutsche Reichsbahn, amerik. |
| Länge zwischen den Puffern | 23500 | 21500 | 21500 | 19650 | 19600 | 20440 |
| Länge des Kastens | 22200 | 20200 | 20200 | 18350 | 18350 | 19140 |
| Äufsere Kastenbreite | 2870 | 2870 | 2870 | 2930 | 3000 | 2915 |
| Abteile lichte Länge | — | 1655/1305 | 1220 | 1600 | Vollabt. 2125*) Halbabt. 1280 1915*) | 2050 |
| Abteile lichte Breite | — | 1920 | 1920 | 2050 | 2030 | 1980 |
| Lichte Breite des Ganges | 674 (M)**) | 771 (S)**) | 771 (S) | 700 (S) | 700 (S) | 750 (S) |
| Anzahl Abteile | 18 | 10 | 12 | 9 Halb- | 6 Voll- 2 Halb- | 7 |
| Anzahl Plätze 1. Klasse | 4 | 10 oder | — | 18 | — | 42 |
| Anzahl Plätze 2. Klasse | 14 | 20 | — | — | 56 | — |
| Anzahl Plätze 3. Klasse | — | — | 36 | — | — | — |
| Anzahl Plätze 4. Klasse | - | — | — | — | — | — |
| Wascheinrichtung ***) | Jedes Abteil und Aborte | Jedes Abteil und Aborte | 2 in Aborten 2 in bes. Räumen | Jedes Abteil und Aborte | In Aborten | In Aborten |
| Bremse | Kunze-Knorr S, Hardy | Kunze-Knorr S | Kunze-Knorr S | Bozic, Hardy | Knorr, Hardy | Westinghouse |
| Beleuchtung | Elektrische Maschine | Elektrische Maschine | Elektrische Maschine | Elektrische Maschine | Prefsgas | Elektrische Maschine |
| Heizung | Warmwasser | Warmwasser | Dampf Pintsch | Hochdruck-Dampf | Hochdruck-Dampf | Dampf Friedmann |
| Baustoff des Kastengerippes | Eisen | Eisen | Eisen | Eisen | Holz †) | Eisen |
| Dachform | Tonnen | Tonnen | Tonnen | Tonnen | Oberlicht | Tonnen |
| Leergewicht | 50000 | 46000 | 42000 | 42500 | 39000 | 41000 |
| Besondere Einrichtungen | Reibungspuffer Bauart Uerdingen | Reibungspuffer Bauart Uerdingen | Reibungspuffer Bauart Uerdingen | Schlaf-einrichtung in allen Abteilen | Schlaf-einrichtung in 2 Halb- und 2 Voll-Abteilen | 1 Dienst-abteil, Achslager Cosmovicz |

*) Abteile mit Schlafeinrichtung. — **) (M) = Mittelgang, (S) = Seitengang.
***) Nr. 10, 12, 14, 16 haben 1 Abort, Nr. 15 keinen, die übrigen 2 Aborte. - †) Auch die Bekleidung Holz, bei den übrigen Wagen Eisenblech.

Bearbeitung im Feuer sind fast vollständig vermieden. Fast alle Teile bestehen aus Walzeisen und ebenen Blechen. Alle Eisenteile entsprechen den Dinormen. Die Anzahl verschiedener Abmessungen ist sehr gering. Die Eckverbindungen sind einfach gestaltet und stimmen soweit möglich miteinander überein.

Untergestell, Dach, Seiten- und Stirnwände sind zu einem Brückenträger fest miteinander verbunden. Die Seitenwände sind tragend ausgebildet worden, d. h. sie bilden mit dem Dachrahmen und den Langträgern des Untergestells zusammen den seitlichen Rahmen des Brückenträgers. Die Langträger des Untergestells brauchten deshalb nicht mit einem Sprengwerk versehen zu werden. Die Rungen bestehen aus Z-Eisen. Sie dienen gleichzeitig zur Aufnahme der Holzfutter, die für die Führung der herablafsbaren Fenster und zur Befestigung der inneren Schalung nötig sind. Die Bekleidungsbleche sind mit den Rungen, dem Dachrahmen und einem in Fensterbrüstungshöhe liegenden Längsgurt aus L-Eisen vernietet. Die Rungen sind aufsen an die aus U-Eisen bestehenden Langträger des Untergestells angenietet. Die Bekleidungsbleche sind mit diesen durch Z-Eisen verbunden. Schrägstreben und Knotenbleche sind nicht vorhanden. Sie werden durch die Bekleidungsbleche ersetzt. Hierdurch wird eine grofse Festigkeit bei geringem Gewicht erreicht. Der Dachrahmen ist aus einem L- und Z-Eisen zusammengesetzt. Bezweckt wird mit dieser

die ausgestellten Wagen.

Mafse in mm.

| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 ††) | 15 ††) | 16 ††) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rumänische Staatsbahn | Deutsche Reichsbahn | Deutsche Reichsbahn | Jugoslavische Staatsbahn | Deutsche Reichsbahn | Deutsche Reichsbahn | Deutsche Reichsbahn | Jugoslavische Staatsbahn | | Nordhausen—Wernigerode E. |
| D-Zugwagen | | | Durchgang- Personenzugwagen | Abteil- | Durchgang- | Nebenbahnwagen | Kleinbahnwagen | | |
| 1./2. Kl. | 1./2. Kl. | 3. Kl. | 1./2. Kl. | 4. Kl. | 4. Kl. | 2./3. Kl. | 2. Kl. | 2./3. Kl. | 2. Kl. |
| 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 + 2 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 15400 | 15330 | 15330 | 7600 | 8500 | je 8200 | 10000 | 10550 | 10070 | 10400 |
| 13250 | 13180 | 13180 | — | — | — | 8000 | 9200 | 8770 | 9000 |
| 2150 | 2150 | 2150 | — | — | — | 2000 | 1350 | 1300 | 1400 |
| Deutsche Reichsbahn, amerik. | Deutsche Reichsbahn, amerik. | Deutsche Reichsbahn, amerik. | — | — | — | Deutsche Reichsbahn, Nebenbahn | Amerikanisch (Diamond) | Amerikanisch (Diamond) | Besondere Bauart |
| 20440 | 20610 | 20610 | 13320 | 13920 | 25400 | 14400 | 14650 | 12370 | 14270 |
| 19140 | 19310 | 19310 | 12050 | 12620 | je 11900 | 13100 | 13700 | 9470 | 11000 |
| 2915 | 2935 | 2935 | 3000 | 2660 | 3040 | 3100 | 2400 | 2150 | 2523 |
| 2050 | 2100<br>1560 | 1560 | 1975 | 1525 †††)<br>1355 | Voll: 1480<br>Halb: 1200 | 2000<br>2. Kl.<br>1558<br>3. Kl. | 1868 | 1700<br>1450 | 1646 |
| 1980 | 1980 | 1980 | 2200 | 2505 | 2900 | 2271<br>2951 | 1650 | 2030 | 2400 |
| 749 (S) | 786 (S) | 786 (S) | 630 (S) | 505 (M) | 540 (M) | 650 (S)<br>620 (M) | 600 (S) | 490 (M) | 460 (M) |
| 7 | 7½ | 9½ | 4½ | 8 | 8 Voll-<br>4 Halb-<br>2 Stehräume | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 18 | 12 | — | 9 | — | — | — | — | — | — |
| 32 | 33 | — | 24 | — | — | 16 | 36 | 12 | } 46 |
| — | — | 76 | — | — | — | 36 | — | 24 | |
| — | — | — | — | 66 | 101 Sitzpl.<br>41 Stehpl. | — | — | — | — |
| In Aborten | In Aborten | In Aborten | Im Abort | — | — | — | Im Abort | — | — |
| Westinghouse, Hardy | Kunze-Knorr S | Kunze-Knorr S | Bozic | Kunze-Knorr P | Westinghouse | Kunze-Knorr P | Hardy | Handspindel | Körting |
| Elektrische Maschine | Elektrische Maschine | Elektrische Maschine | Prefsgas | Prefsgas | Prefsgas | Prefsgas | Azetylen | Elektrische Sammler | Elektrische Maschine |
| Dampf Friedmann | Dampf Pintsch | Dampf Pintsch | Hochdruck-Dampf | Dampf Pintsch | Hochdruck-Dampf | Dampf Pintsch | Hochdruck-Dampf | Prefskohlen | Dampf Pintsch |
| Eisen | Eisen | Eisen | Holz | Eisen | Holz | Eisen | Holz | Holz | Eisen |
| Tonnen | Tonnen | Tonnen | Oberlicht | Tonnen | Tonnen | Tonnen | Oberlicht | Oberlicht | Tonnen |
| 41000 | 42500 | 41500 | 18800 | 17500 | 2 × 17000 | 19500 | 19300 | 10300 | 16100 |
| 1 Dienstabteil, Achslager Cosmovicz | Reibungspuffer Bauart Uerdingen | Reibungspuffer Bauart Uerdingen | Sonnendach Geschlossene Vorbauten | Handbremse an Stirnwand, zu bedienen vom Endabteil aus | 2 Wagen kurz gekuppelt, verbunden durch Faltenbälge | 3. Klasse geschlossener Vorbau, 2. Klasse offene Bühne | Mittelpuffer, geschlossene Vorbauten | Mittelpuffer, offene Bühnen | Mittelpuffer, offene Bühnen |

††) Spurweite für lfd. Nr. 1—13 Regelspur 1435 mm, für Nr. 14 760 mm, Nr. 15 750 mm, Nr. 16 1000 mm.

†††) Abteile mit Eingangstür.

Ausführung eine einfache Herstellung — Seitenwände und Dach getrennt — bei geringem Gewicht und grofser Festigkeit.

Die äufseren Langträger des Untergestells dienen aufser zur Aufnahme senkrechter Lasten zur Übertragung der Zug- und Stofskräfte. Die mittleren Langträger dienen vorwiegend als Fufsbodenträger, sind deshalb verhältnismäfsig schwach ausgebildet. Die Wagen deutscher Bauart unterscheiden sich hierdurch im wesentlichen von den amerikanischen, bei denen aufserordentlich schwere Mittelträger vorgesehen sind*). Sie sind deshalb erheblich leichter, ohne eine geringere Widerstandsfähigkeit zu besitzen. Um Stofskräfte sicher auf die äufseren Langträger übertragen zu können, wurde das Endfeld des Untergestells sehr kräftig ausgebildet. Das Kopfstück besteht aus zwei starken ungleichschenkligen Winkeleisen. Es ist mit der nächsten Querverbindung, an der die Gelenke für die Aufsenpuffer angebracht sind, durch kräftige Schrägstreben, die aus U-Eisen bestehen und durch Zugbänder, die aus L- und Flacheisen zusammengesetzt sind, verbunden. Auf diese Weise ist ein kräftiges Fachwerk gebildet worden, das Stöfse aus allen Richtungen — auch von einem Mittelpuffer aus — sicher auf die äufseren Langträger überträgt.

*) Ein von der Linke-Hofmann-Lauchhammer A.-G. entworfener und gebauter eiserner D-Zugwagen amerikanischer Bauart für die Chilenische Staatsbahn war im Modell ausgestellt.

Um Raum für die Einstiegtritte zu gewinnen, mufsten die äufseren Langträger schräg nach vorn verlaufend abgebogen werden. Schrägstreben zur Übereckversteifung besitzt das Untergestell nicht. Diese wird vielmehr nach einem Vorschlag der Waggon- und Maschinenbau A. G. Görlitz, durch wenige, aber kräftige Querverbindungen, die mit starken Knotenblechen in grofser Länge an den Langträgern befestigt sind, erreicht. Durch Versuche ist festgestellt worden, dafs diese Ausführung der Verwendung von Schrägstreben überlegen ist. Die Langträger werden sehr gut gegen Ausknicken gesichert. Die Zugvorrichtung greift an beiden Drehstuhlträgern, die in wagrechter Richtung sehr stark bemessen sind, an. Die Zugkräfte werden mithin ebenfalls sehr sicher übertragen.

Die Dachspriegel bestehen aus Z-Eisen, die mit dem Dachrahmen vernietet sind. Äusserer Dachbelag, Fufsboden und die inneren Schalungen sind wie bisher üblich in Holz gefertigt. Die Stirnwände sind besonders kräftig ausgebildet worden und oben mit den Seitenwänden, um die durch die Türöffnungen hervorgerufene Schwächung unschädlich zu machen, durch ein kräftiges Blech verbunden (Rammdach).

Diese Bauart der eisernen Personenwagen ist von der früheren preufsisch-hessischen Staatsbahn im Laufe von über 15 Jahren entwickelt worden und hat die Erwartungen und die gestellten Forderungen in jeder Beziehung aufs beste erfüllt.

Ein in Seddin ausgestellter eiserner D-Zugwagen zeigt eine abweichende Bauart. Grundsätzlich wird auch bei dieser daran festgehalten, die Seitenwände zum Tragen heranzuziehen. Als Obergurt dient aber nicht der Dachrahmen, sondern ein in der Fensterbrüstungshöhe liegendes U-Eisen. Verbunden ist dieses mit dem als Untergurt dienenden Langträger des Untergestells durch Winkeleisenstützen und Flacheisenstreben. Die Bekleidungsbleche sind nicht mit den Eisenteilen vernietet, sondern an Holzfutter angeschraubt. Sie werden also nicht für die Lastaufnahme benutzt. Bei Beschädigungen können sie leichter ausgewechselt werden. Die Bauart hat aber den Nachteil, dafs die Wagen bei gleicher Festigkeit schwerer oder bei gleichem Gewicht weniger widerstandsfähig sind als die, die nach deutscher Einheitsbauart gebaut sind. Auch dürfte die Herstellung teurer werden. Für die Unterhaltung von Hauptbahnwagen dürfte der Vorteil kaum nennenswert sein. Wie die Erfahrungen der Deutschen Reichsbahn lehren, brauchen bei leichten Beschädigungen die Bekleidungsbleche nicht abgenietet zu werden. Leichtere Eindrückungen können ausgebeult werden. Gröfsere Beschädigungen können durch Ausschneiden und Einschweifsen instandgesetzt werden*). Genietete Bleche halten einen Anprall naturgemäfs besser aus als angeschraubte. Ihre Beschädigung wird meist geringer. Bei sehr schweren Stöfsen wird das Gittertragwerk wahrscheinlich auch so stark beschädigt werden, dafs seine Wiederherstellung der Ausbesserung genieteter Bleche, die aus gleichem Anlafs beschädigt sind, mindestens gleichkommt. Im Vollbahnbetrieb sind derartige Beschädigungen im übrigen so selten, dafs sie im Vergleich mit dem Aufwand für die sonstige Wagenunterhaltung kaum ins Gewicht fallen. Für Strafsenbahnen in gröfseren Städten mit starkem Fuhrwerkverkehr, bei denen Blechbeschädigungen häufig in gröfserem Umfange vorkommen, kann diese Bauart eine gewisse Bedeutung erlangen. Ebenso ist sie für Wagen, bei denen eine äufsere Holzbekleidung angewendet werden mufs, geeignet.

Eine weitere Abweichung von der deutschen Einheitsausführung zeigte ein in natürlichen Abmessungen ausgestelltes Modell für ein Schlafwagendoppelabteil. Im wesentlichen ist hier die deutsche Bauart beibehalten worden. Abweichend ist jedoch die Ausbildung des als Obergurt der Seitenwand dienenden Dachrahmens. Ein 3 mm starkes im Bogen gemessen etwa 500 mm breites Rammblech verbindet die Ecksäulen der beiden Stirnwände über die ganze Wagenlänge. Mit den aus Z-Eisen bestehenden Dachspriegeln ist es vernietet. In der Langrichtung sind diese Bleche unabhängig von den Seitenwandblechen mit einem äufseren mit den Bekleidungsblechen und den Rungen vernieteten Obergurteisen und an der anderen Kante mit einem mit den Spriegeln vernieteten durchlaufenden Z-Eisen, das bis an die hölzerne Dachschalung reicht, vernietet. Durch diese Ausführung soll eine bessere Längsversteifung des Daches erreicht, d. h. die Rammsicherheit erhöht werden. Der Raum über den Fenstern, der bei der anderen Ausführungsart durch den Steg des Z-Eisens abgeschlossen wird, bleibt frei. Deshalb ist es möglich, nach oben öffnende Fenster höher zu heben, d. h. bis an das Dachblech. Ein Nachteil derartiger Fenster — zu geringe Öffnung in geöffnetem Zustand — wird hierdurch verringert. Diesem Umstande ist aber keine zu grofse Bedeutung beizulegen, da derartige Fenster andere erhebliche Nachteile aufweisen, so dafs sie deutschen Ansprüchen nicht genügen. Ob für die senkrechte Lastaufnahme eine gleiche Festigkeit erzielt wird, wie bei dem Obergurt der deutschen Einheitsbauart erscheint zweifelhaft. Das obere Langblech dürfte vielmehr lediglich als Diagonalversteifung der Spriegel zur Wirkung kommen. Bei grofsen Druckbeanspruchungen des Obergurtes dürfte die Gefahr bestehen, dafs die Bleche an der oberen Kante Falten bilden. Das an der oberen Kante vorgesehene Z-Eisen dürfte für die senkrechte Beanspruchung bedeutungslos sein, da es zu weit aufserhalb der Schwerpunktebene der Seitenwand liegt. Vorteilhaft könnte die Ausführung sein, wenn das Blech das ganze Dach bedeckt. Aussichtsreiche Versuche mit einem vollständig eisernen Dach werden von der Deutschen Reichsbahn gegenwärtig ausgeführt. Von Wert ist ein solches aber nur, wenn es lediglich mit einem Schutzanstrich versehen ohne besondere Schutzmafsnahmen gegen Geräusche, Wärmeeinflüsse wie z. B. Belegen mit Filz oder anderen Stoffen den Ansprüchen genügt. Sonst wird es unwirtschaftlicher als das mit einer geeigneten Decke versehene aus Holzbrettern bestehende Dach. Z. Zt läfst sich noch nicht übersehen, ob das vollständig eiserne Dach Vorteile bietet, oder ob erhebliche Nachteile gegen diese Bauart sprechen.

D-Zugwagen hölzerner Bauart wurden nur noch in einer Ausführung, die auch sonst in jeder Beziehung als veraltet anzusprechen war — der Wagen hatte z. B. Lüftungsaufbau, Gasbeleuchtung und Hochdruckdampfheizung — gezeigt. Er besafs ein eisernes Untergestell mit aufgesetztem hölzernen Wagenkasten. Aufsen war der Wagen mit Eichenholzverschalung, die in rötlichem Ton lackiert war, versehen. Der Wagenkasten ist mittels kräftiger Zugstangen, die durch Dachrahmen und Langträger gehen, mit dem Untergestell verankert. Derartige Ausführungen dürften allgemein bekannt sein, so dafs es sich erübrigt, hier weiter darauf einzugehen.

Ein für Nebenbahnstrecken der Deutschen Reichsbahn bestimmter vierachsiger Durchgangwagen (Nr. 13 der Übersicht 1) ist grundsätzlich in gleicher Weise aufgebaut, wie die D-Zugwagen. Ebenso lehnte sich die Ausführung eines vierachsigen Kleinbahnwagens (Nr. 16 der Übersicht 1) eng an die Bauart der D-Zugwagen an.

Bei den ausgestellten Personenzugwagen ist besonders bemerkenswert, dafs sie alle nur zwei Achsen besitzen. Dreiachsige Wagen werden entsprechend den neueren Erfahrungen wohl nur dann noch gebaut, wenn die Gewichtsverhältnisse es erfordern, oder wenn sie in Schnellzüge eingestellt werden sollen, da die Vorschriften für solche z. Zt. im allgemeinen zweiachsige Wagen noch nicht zulassen. Die Einführung der dritten Achse war anfangs auch lediglich darauf zurückzuführen, dafs die Gewichte für die damals vorhandenen Baustoffe für Achsen usw. zu grofs wurden, nicht wie heute noch vielfach irrtümlich angenommen wird, weil es möglich wäre, die Federung

*) Glasers Annalen 1923, Heft 1109.

zu verbessern. Auch die vielfach verbreitete Annahme, daſs der zweiachsige Wagen den Oberbau mehr beansprucht, als der dreiachsige dürfte nicht zutreffen. Dies müſste sich auch in einer gröſseren Abnutzung der Radreifen zeigen. Diese tritt aber, wie jahrelange Vergleichsversuche bewiesen haben, nicht ein. Im übrigen ist die Beanspruchung des Oberbaues durch die gut gefederten Personenwagen mit geringem Achsdruck gegenüber den Güterwagen, die in viel gröſserer Zahl verkehren und viel höhere Achsdrücke haben, und der Lokomotiven so unwesentlich, daſs sie für die Erwägung ob zwei oder drei Achsen zu verwenden sind, belanglos ist. Der einzige ausgestellte Personenzugwagen, der einen neuzeitlichen Aufbau besitzt (Nr. 11 der Übersicht 1) ist der in Abb. 3

Abb. 3. Eiserner Einheitsabteilwagen der Deutschen Reichsbahn.

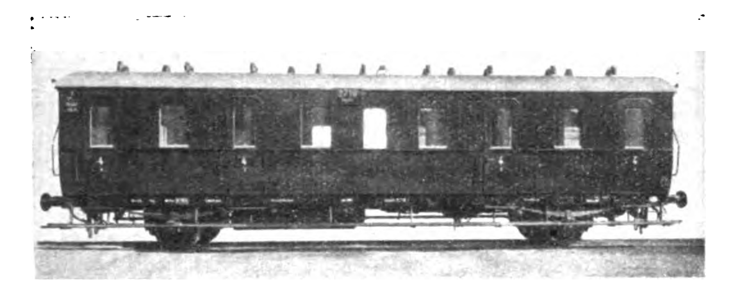
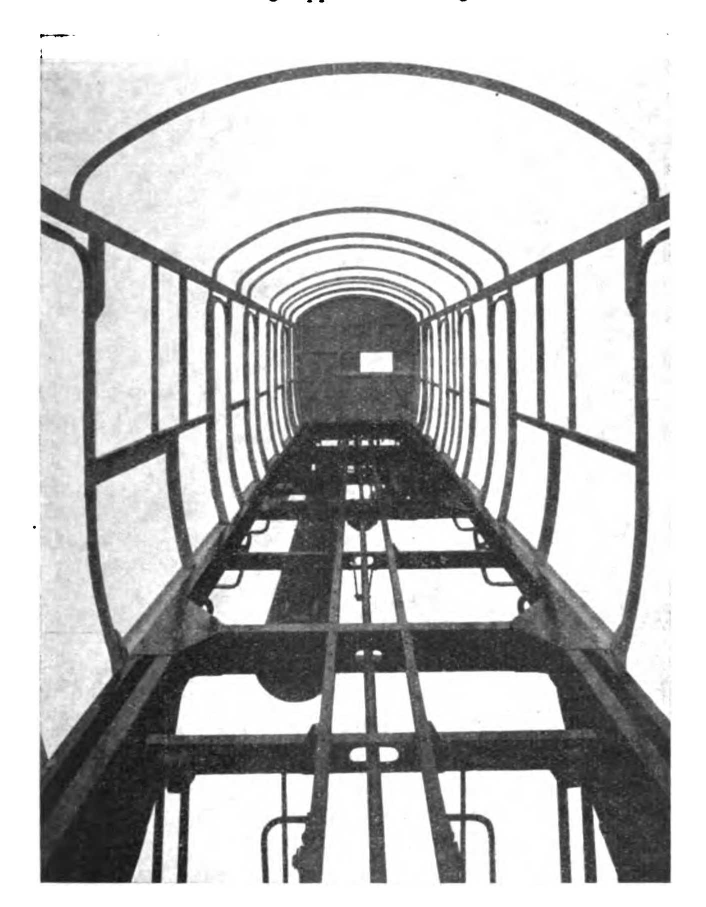


Abb. 4. Eiserner Einheitsabteilwagen der Deutschen Reichsbahn; Kastengerippe und Untergestell.



dargestellte Einheitsabteilwagen 4. Klasse der Deutschen Reichsbahn. Kastengerippe und Untergestell zeigt Abb. 4. Grundsätzlich entspricht der Aufbau dem der D-Zugwagen. Die äuſseren Langträger des Untergestells dienen ebenfalls neben der Aufnahme senkrechter Lasten zur Übertragung der Zug- und Stoſskräfte. Die Zugvorrichtung greift an einem kräftigen in der Wagenmitte befindlichen kastenartigen Querträger an. Schrägstreben sind wie bei D-Zugwagen durch kräftige Querverbindungen, die in groſser Länge mit starken Knotenblechen an den Langträgern befestigt sind, ersetzt. Die Mittellangträger tragen vorwiegend den Fuſsboden, konnten also verhältnismäſsig schwach gewählt werden. Das Untergestell ist nach Vorschlägen der Waggon- und Maschinenbau A. G. Görlitz, ausgebildet worden*). Achshalter und Federböcke sind an besonderen Hilfsträgern, die mit dem Kopfstück, das aus zwei sehr kräftigen ungleichschenkligen L-Eisen besteht, und einem Querträger verbunden sind, befestigt. Äuſserst starke Eckverbindungen und das widerstandsfähige Kopfstück ermöglichen eine unbedingt sichere Übertragung der Kräfte von den Puffern und den Achshaltern auf die äuſseren Langträger. Bei einigen schweren Unfällen hat das Untergestell bereits seine hervorragenden Widerstandsfähigkeiten bewiesen.

Die Seitenwände sind wie die der D-Zugwagen tragend ausgebildet worden. Ein Sprengwerk zur Versteifung der Langträger des Untergestells ist ebenfalls nicht vorgesehen. Die Rahmen für die Drehtüren sind aus Z-Eisen gebogen und dienen als Rungen. Mit dem als Obergurt dienenden aus Z-Eisen bestehenden Dachrahmen sind sie durch L-Eisen verbunden. Die an den herablaſsbaren Fenstern befindlichen Rungen bestehen ebenfalls aus Z-Eisen. Im übrigen entspricht die Bauausführung des Kastengerippes und Untergestells der der D-Zugwagen.

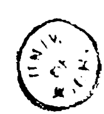
Die anderen ausgestellten zweiachsigen Personenzugwagen und Kleinbahnwagen zeigen in ihrem Aufbau nichts bemerkenswertes. Sie besitzen die früher übliche Bauform, d. h. eisernes Untergestell mit durch Sprengwerk verstärkten Langträgern und darauf aufgesetzt ein mit Blech verkleidetes hölzernes Kastengerippe. Derartige Ausführungen dürften allgemein bekannt sein. Im einzelnen soll deshalb diese Bauart nicht weiter erörtert werden.

### 3. Schlafwagen.

Ein besonders umfangreiches Bild vom gegenwärtigen Stand des europäischen Personenwagenbaues zeigten die ausgestellten Schlafwagen. Es wurden drei verschiedenartige Schlafwagen, zwei D-Zugwagen mit Schlafeinrichtung und zwei Modelle einer neuartigen Ausführung von Doppelabteilen, die vollständig betriebsfertig ausgestattet waren, gezeigt.

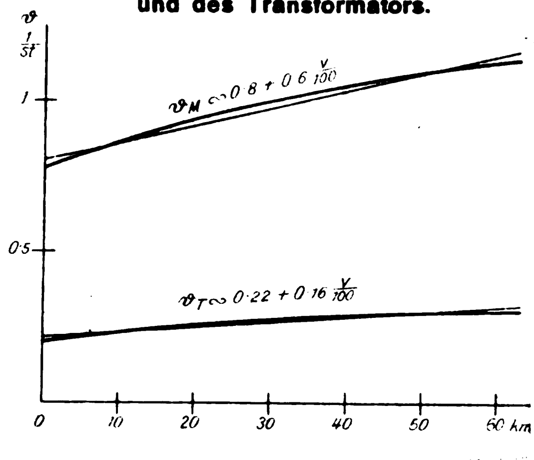
Der Einheitsschlafwagen 1./2. Klasse der Deutschen Reichsbahn (Nr. 2 der Übersicht 1) entspricht in bezug auf seinen Grundriſs, der aus Abb 1, Taf. 3 zu ersehen ist, im wesentlichen der letzten preuſsisch-hessischen Ausführung. Abweichend von dieser ist das Tonnendach, das zweiachsige Drehgestell und das eiserne Kastengerippe. Den Querschnitt eines Doppelabteils zeigt Abb. 5 der Tafel. Die wesentlichsten Merkmale und die Hauptabmessungen sind aus den Abbildungen zu ersehen. Die Zwischenwände verlaufen in ihrem mittleren Teil schräg. Hierdurch wird eine sehr günstige Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Grundfläche erreicht. Die Gesamtlänge zweier nebeneinander liegenden Abteile betrug bei den älteren preuſsisch-hessischen Schlafwagen, die eine gerade Zwischenwand hatten, 2760 mm. Die gesamte Grundfläche war zwar ausreichend, der lichte Abstand zwischen Sitzen und Wand war jedoch so knapp, daſs das Be- und Entkleiden und das Waschen mit Unbequemlichkeiten verknüpft waren. Durch die geringe Verlängerung von 100 mm für ein Abteil und die Schrägstellung des mittleren Teiles der Wand wurde eine ganz erhebliche Verbesserung erreicht. In jedem Abteil befindet sich nunmehr ein Raum von der reichlichen Länge von 1655 mm, der ein sehr bequemes Be- und Entkleiden sowie Waschen zuläſst. Auf der anderen Seite ist nur eine Länge nötig, die

*) Siehe Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1921. Nr. 20.



## Abb. 9 bis 14. Z

Abb. 9. Kühlung der Motoren und des Transformators.



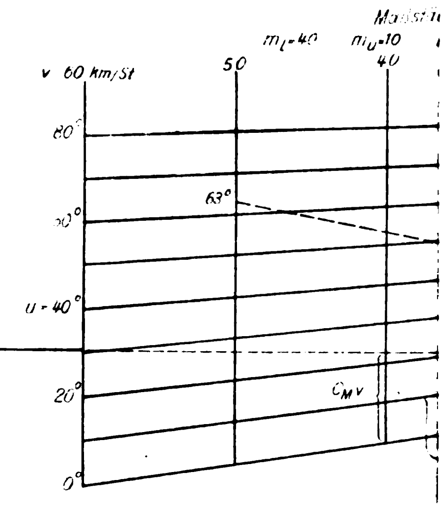
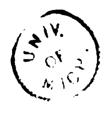




Abb. 14. Rechenbild für die Neig
der Weg-Arbeitsverbrauchslini

$m_t = 40$ $m_A = 2$

60 50 40

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

**Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen**

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

**80. Jahrgang** | **30. Januar 1925** | **Heft 2**


## Die Personenwagen auf der Eisenbahntechnischen Ausstellung in Seddin.

Von Dipl. Ing. Speer, Regierungsbaurat a. D.

Hierzu Tafel 3 und 4.

### 1. Allgemeines.

Die wesentlichen Angaben über Abmessungen und besondere Merkmale der auf der Eisenbahntechnischen Ausstellung in Seddin ausgestellten Personenwagen sind aus der nachstehenden Übersicht 1 zu ersehen. Im ganzen waren 21 Personenwagen ausgestellt. Einige unterschieden sich von einander nur durch geringe Abweichungen in der Ausstattung, während die wesentlichsten Merkmale und die Hauptabmessungen gleich waren. Solche Wagen sind in der Übersicht 1 nur einmal aufgeführt worden. Im ganzen besafsen die ausgestellten 21 Personenwagen 16 verschiedene Bauarten. Etwa die Hälfte der ausgestellten Wagen gehörten der Deutschen Reichsbahn, die anderen gehörten ausländischen Staatsbahnen und Privatbahnen. Die Ausstellung zeigte eine umfassende Übersicht des neuzeitlichen Personenwagenbaues. Bezeichnend ist, dafs 15 von 21 Wagen nach der eisernen Einheitsbauart der Deutschen Reichsbahn gebaut waren und zwar hiervon sechs für fremde Verwaltungen (vergl. 4. Zeile von unten in der Übersicht).

Abb. 1. Eiserner Einheits D-Zugwagen der Deutschen Reichsbahn.

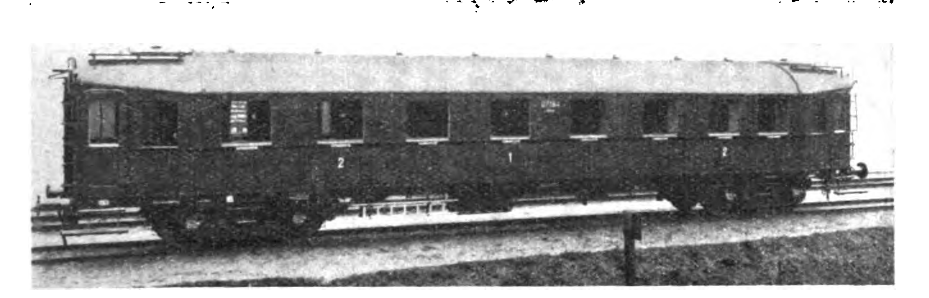
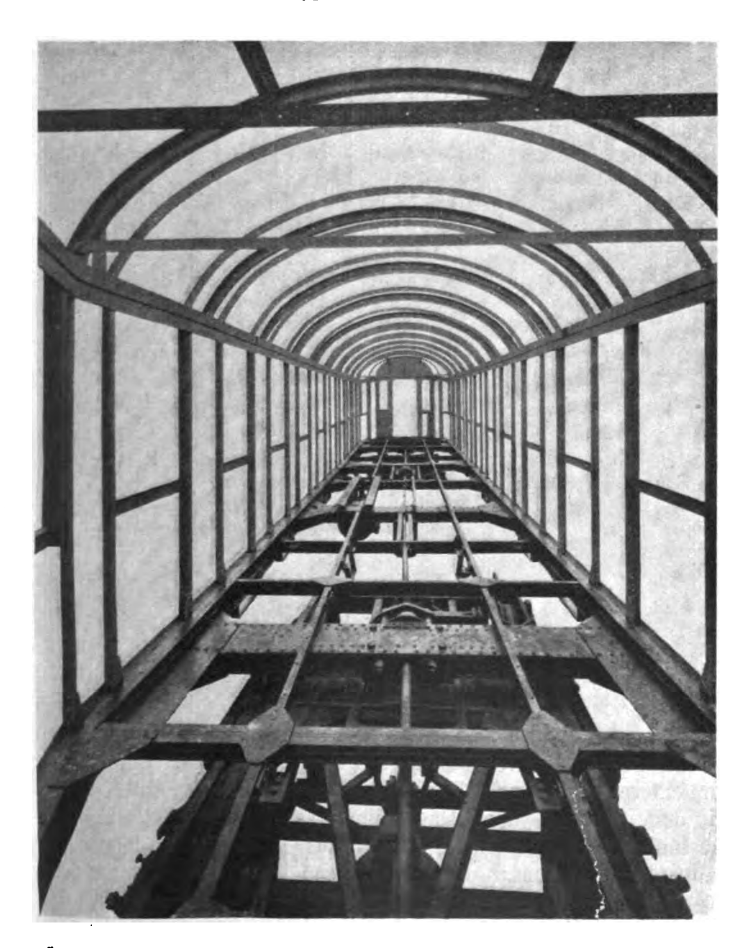


Abb. 2. Eiserner D-Zugwagen der Deutschen Reichsbahn; Kastengerippe und Untergestell.



Diese Bauart ist mithin bei weitem am meisten vertreten. Nur ein Wagen besitzt eine andere eiserne Bauart. Nur fünf Wagen haben noch hölzernes Kastengerippe.

### 2. Aufbau des Wagenkastens.

Da die nach der eisernen Bauart der Deutschen Reichsbahn gebauten Wagen im Aufbau ihres Kastengerippes nur unwesentlich von einander abweichen, sollen diese im einzelnen nicht erörtert werden. Im folgenden soll vielmehr nur kurz eine allgemeine Beschreibung der Ausführung gegeben werden.

Über die Gründe, die zur Einführung des eisernen Personenwagens bei der Deutschen Reichsbahn geführt haben und über die Entwicklung der Bauausführungen ist in Fachzeitschriften*) ausführlich berichtet worden. Deshalb sollen nur kurz die neusten Ausführungen, wie sie in Seddin gezeigt wurden, beschrieben werden. Einen eisernen D-Zugwagen der Einheitsbauart der Deutschen Reichsbahn zeigt Abb. 1, Untergestell und Kastengerippe Abb. 2. Gegenüber früheren Ausführungen springen besonders in die Augen die nach den Enden zu schräg verlaufenden Seitenwände und das Tonnendach. Letzteres verdrängt wegen seiner wesentlichen Vorteile mehr und mehr das früher bei einigen Verwaltungen — wie z. B. der preufsisch-hessischen — üblich gewesene Dach mit Lüftungsaufbau. Dieser wurde wegen scheinbar besseren Aussehens, wegen gröfserer Widerstandsfähigkeit und weil er nach früheren Erfahrungen eine bessere Lüftung zuliefs, ausgeführt. Die Festigkeit ist beim Tonnendach mit eisernen Spriegeln mindestens ebenso grofs. Nach neueren Erfahrungen läfst sich auch beim Tonnendach eine hervorragend gute Lüftung anbringen. Das Aussehen dürfte besonders im Innern nicht unschön sein. Von den ausgestellten Wagen besafsen nur noch zwei den Lüftungsaufbau. Diese waren auch in den übrigen Teilen in ihrer Bauart vollkommen veraltet.

Bei Aufstellung der Entwürfe wurde gröfste Wirtschaftlichkeit bei höchster Betriebssicherheit erstrebt. Einfachste Herstellung und Unterhaltung, geringstes Gewicht bei gröfster Widerstandsfähigkeit sollen dieses Ziel erreichen. Die einzelnen Bauteile sind so einfach wie irgend möglich gestaltet worden. Gufsstücke und schwierig herzustellende Prefsteile, sowie jede

*) Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1921, Nr. 11, 12 u. 20; 1924, Nr. 37; Glasers Annalen 1923, Heft 1108 u. 1109.

Übersicht 1. **Hauptangaben über**
Gewichte in kg,

| Laufende Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Verwaltung | Mitropa | Deutsche Reichsbahn | Deutsche Reichsbahn | Jugoslavische Staatsbahn | Jugoslavische Staatsbahn | Rumänische Staatsbahn |
| Wagenart | Schlafwagen | | | D-Zugwagen mit Schlafeinrichtung | | D-Zug-wagen |
| Gattung | 1./2. Kl. | 1./2. Kl. | 3. Kl. | 1. Kl. | 2. Kl. | 1. Kl. |
| Achsenzahl | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Achsstand | 19500 | 16620 | 16620 | 15150 | 15150 | 15400 |
| Drehzapfenabstand | 15900 | 14470 | 14470 | 13000 | 13000 | 13250 |
| Drehgestellachsstand | 3600 | 2150 | 2150 | 2150 | 2150 | 2150 |
| Drehgestellbauart | Görlitzer | Deutsche Reichsbahn, amerik. | Deutsche Reichsbahn, amerik. | Deutsche Reichsbahn, amerik. | Deutsche Reichsbahn. amerik. | Deutsche Reichsbahn, amerik. |
| Länge zwischen den Puffern | 23500 | 21500 | 21500 | 19650 | 19600 | 20440 |
| Länge des Kastens | 22200 | 20200 | 20200 | 18350 | 18350 | 19140 |
| Äufsere Kastenbreite | 2870 | 2870 | 2870 | 2930 | 3000 | 2915 |
| Abteile lichte Länge | — | 1655/1305 | 1220 | 1600 | Vollabt. 2125*) Halbabt. 1280 1915*) | 2050 |
| Abteile lichte Breite | — | 1920 | 1920 | 2050 | 2030 | 1980 |
| Lichte Breite des Ganges | 674 (M)**) | 771 (S)**) | 771 (S) | 700 (S) | 700 (S) | 750 (S) |
| Anzahl Abteile | 18 | 10 | 12 | 9 Halb- | 6 Voll- 2 Halb- | 7 |
| Anzahl Plätze 1. Klasse | 4 | 10 oder | — | 18 | — | 42 |
| Anzahl Plätze 2. Klasse | 14 | 20 | — | — | 56 | — |
| Anzahl Plätze 3. Klasse | — | — | 36 | — | — | — |
| Anzahl Plätze 4. Klasse | - | — | — | — | — | — |
| Wascheinrichtung ***) | Jedes Abteil und Aborte | Jedes Abteil und Aborte | 2 in Aborten 2 in bes. Räumen | Jedes Abteil und Aborte | In Aborten | In Aborten |
| Bremse | Kunze-Knorr S, Hardy | Kunze-Knorr S | Kunze-Knorr S | Bozic, Hardy | Knorr, Hardy | Westinghouse |
| Beleuchtung | Elektrische Maschine | Elektrische Maschine | Elektrische Maschine | Elektrische Maschine | Prefsgas | Elektrische Maschine |
| Heizung | Warmwasser | Warmwasser | Dampf Pintsch | Hochdruck-Dampf | Hochdruck-Dampf | Dampf Friedmann |
| Baustoff des Kastengerippes | Eisen | Eisen | Eisen | Eisen | Holz †) | Eisen |
| Dachform | Tonnen | Tonnen | Tonnen | Tonnen | Oberlicht | Tonnen |
| Leergewicht | 50000 | 46000 | 42000 | 42500 | 39000 | 41000 |
| Besondere Einrichtungen | Reibungspuffer Bauart Uerdingen | Reibungspuffer Bauart Uerdingen | Reibungspuffer Bauart Uerdingen | Schlafeinrichtung in allen Abteilen | Schlafeinrichtung in 2 Halb- und 2 Voll-Abteilen | 1 Dienstabteil, Achslager Cosmovicz |

*) Abteile mit Schlafeinrichtung. — **) (M) = Mittelgang, (S) = Seitengang.
***) Nr. 10, 12, 14, 16 haben 1 Abort, Nr. 15 keinen, die übrigen 2 Aborte. - †) Auch die Bekleidung Holz, bei den übrigen Wagen Eisenblech.

Bearbeitung im Feuer sind fast vollständig vermieden. Fast alle Teile bestehen aus Walzeisen und ebenen Blechen. Alle Eisenteile entsprechen den Dinormen. Die Anzahl verschiedener Abmessungen ist sehr gering. Die Eckverbindungen sind einfach gestaltet und stimmen soweit möglich miteinander überein.

Untergestell, Dach, Seiten- und Stirnwände sind zu einem Brückenträger fest miteinander verbunden. Die Seitenwände sind tragend ausgebildet worden, d. h. sie bilden mit dem Dachrahmen und den Langträgern des Untergestells zusammen den seitlichen Rahmen des Brückenträgers. Die Langträger des Untergestells brauchten deshalb nicht mit einem Sprengwerk versehen zu werden. Die Rungen bestehen aus **Z**-Eisen. Sie dienen gleichzeitig zur Aufnahme der Holzfutter, die für die Führung der herablafsbaren Fenster und zur Befestigung der inneren Schalung nötig sind. Die Bekleidungsbleche sind mit den Rungen, dem Dachrahmen und einem in Fensterbrüstungshöhe liegenden Längsgurt aus **L**-Eisen vernietet. Die Rungen sind aufsen an die aus **U**-Eisen bestehenden Langträger des Untergestells angenietet. Die Bekleidungsbleche sind mit diesen durch **Z**-Eisen verbunden. Schrägstreben und Knotenbleche sind nicht vorhanden. Sie werden durch die Bekleidungsbleche ersetzt. Hierdurch wird eine grofse Festigkeit bei geringem Gewicht erreicht. Der Dachrahmen ist aus einem **L**- und **Z**-Eisen zusammengesetzt. Bezweckt wird mit dieser

die ausgestellten Wagen.

Mafse in mm.

| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 ††) | 15 ††) | 16 ††) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rumänische Staatsbahn | Deutsche Reichsbahn | Deutsche Reichsbahn | Jugoslavische Staatsbahn | Deutsche Reichsbahn | Deutsche Reichsbahn | Deutsche Reichsbahn | Jugoslavische Staatsbahn | | Nordhausen — Wernigerode E. |
| D-Zugwagen | | | Durchgang- | Abteil- Personenzugwagen | Durchgang- | Nebenbahnwagen | Kleinbahnwagen | | |
| 1./2. Kl. | 1./2. Kl. | 3. Kl. | 1./2. Kl. | 4. Kl. | 4. Kl. | 2./3. Kl. | 2. Kl. | 2./3. Kl. | 2. Kl. |
| 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 + 2 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 15400 | 15330 | 15330 | 7600 | 8500 | je 8200 | 10000 | 10550 | 10070 | 10400 |
| 13250 | 13180 | 13180 | — | — | — | 8000 | 9200 | 8770 | 9000 |
| 2150 | 2150 | 2150 | — | — | — | 2000 | 1350 | 1300 | 1400 |
| Deutsche Reichsbahn, amerik. | Deutsche Reichsbahn, amerik. | Deutsche Reichsbahn, amerik. | — | — | — | Deutsche Reichsbahn, Nebenbahn | Amerikanisch (Diamond) | Amerikanisch (Diamond) | Besondere Bauart |
| 20440 | 20610 | 20610 | 13320 | 13920 | 25400 | 14400 | 14650 | 12370 | 14270 |
| 19140 | 19310 | 19310 | 12050 | 12620 | je 11900 | 13100 | 13700 | 9470 | 11000 |
| 2915 | 2935 | 2935 | 3000 | 2660 | 3040 | 3100 | 2400 | 2150 | 2523 |
| 2050 | 2100<br>1560 | 1560 | 1975 | 1525 †††)<br>1355 | Voll: 1480<br>Halb: 1200 | 2000<br>2. Kl.<br>1558<br>3. Kl. | 1868 | 1700<br>1450 | 1646 |
| 1980 | 1980 | 1980 | 2200 | 2505 | 2900 | 2271<br>2951 | 1650 | 2030 | 2400 |
| 749 (S) | 786 (S) | 786 (S) | 630 (S) | 505 (M) | 540 (M) | 650 (S)<br>620 (M) | 600 (S) | 490 (M) | 460 (M) |
| 7 | $7^1/_2$ | $9^1/_2$ | $4^1/_2$ | 8 | 8 Voll-<br>4 Halb-<br>2 Stehräume | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 18 | 12 | — | 9 | — | — | — | — | — | — |
| 32 | 33 | — | 24 | — | — | 16 | 36 | 12 | } 46 |
| — | — | 76 | — | — | — | 36 | — | 24 | |
| — | — | — | — | 66 | 101 Sitzpl.<br>41 Stehpl. | — | — | — | — |
| In Aborten | In Aborten | In Aborten | Im Abort | — | — | — | Im Abort | — | — |
| Westinghouse, Hardy | Kunze-Knorr S | Kunze-Knorr S | Bozic | Kunze-Knorr P | Westinghouse | Kunze-Knorr P | Hardy | Handspindel | Körting |
| Elektrische Maschine | Elektrische Maschine | Elektrische Maschine | Prefsgas | Prefsgas | Prefsgas | Prefsgas | Azetylen | Elektrische Sammler | Elektrische Maschine |
| Dampf Friedmann | Dampf Pintsch | Dampf Pintsch | Hochdruck-Dampf | Dampf Pintsch | Hochdruck-Dampf | Dampf Pintsch | Hochdruck-Dampf | Prefskohlen | Dampf Pintsch |
| Eisen | Eisen | Eisen | Holz | Eisen | Holz | Eisen | Holz | Holz | Eisen |
| Tonnen | Tonnen | Tonnen | Oberlicht | Tonnen | Tonnen | Tonnen | Oberlicht | Oberlicht | Tonnen |
| 41000 | 42500 | 41500 | 18800 | 17500 | 2 × 17000 | 19500 | 19300 | 10300 | 16100 |
| 1 Dienstabteil, Achslager Cosmovicz | Reibungspuffer Bauart Uerdingen | Reibungspuffer Bauart Uerdingen | Sonnendach Geschlossene Vorbauten | Handbremse an Stirnwand, zu bedienen vom Endabteil aus | 2 Wagen kurz gekuppelt, verbunden durch Faltenbälge | 3. Klasse geschlossener Vorbau, 2. Klasse offene Bühne | Mittelpuffer, geschlossene Vorbauten | Mittelpuffer, offene Bühnen | Mittelpuffer, offene Bühnen |

††) Spurweite für lfd. Nr. 1—13 Regelspur 1435 mm, für Nr. 14 760 mm, Nr. 15 750 mm, Nr. 16 1000 mm.

†††) Abteile mit Eingangstür.

Ausführung eine einfache Herstellung — Seitenwände und Dach getrennt — bei geringem Gewicht und grofser Festigkeit.

Die äufseren Langträger des Untergestells dienen aufser zur Aufnahme senkrechter Lasten zur Übertragung der Zug- und Stofskräfte. Die mittleren Langträger dienen vorwiegend als Fufsbodenträger, sind deshalb verhältnismäfsig schwach ausgebildet. Die Wagen deutscher Bauart unterscheiden sich hierdurch im wesentlichen von den amerikanischen, bei denen aufserordentlich schwere Mittelträger vorgesehen sind*). Sie sind deshalb erheblich leichter, ohne eine geringere Widerstandsfähigkeit zu besitzen. Um Stofskräfte sicher auf die äufseren Langträger übertragen zu können, wurde das Endfeld des Untergestells sehr kräftig ausgebildet. Das Kopfstück besteht aus zwei starken ungleichschenkligen Winkeleisen. Es ist mit der nächsten Querverbindung, an der die Gelenke für die Aufsenpuffer angebracht sind, durch kräftige Schrägstreben, die aus U-Eisen bestehen und durch Zugbänder, die aus L- und Flacheisen zusammengesetzt sind, verbunden. Auf diese Weise ist ein kräftiges Fachwerk gebildet worden, das Stöfse aus allen Richtungen — auch von einem Mittelpuffer aus — sicher auf die äufseren Langträger überträgt.

*) Ein von der Linke-Hofmann-Lauchhammer A.-G. entworfener und gebauter eiserner D-Zugwagen amerikanischer Bauart für die Chilenische Staatsbahn war im Modell ausgestellt.

Um Raum für die Einstiegtritte zu gewinnen, mufsten die äufseren Langträger schräg nach vorn verlaufend abgebogen werden. Schrägstreben zur Übereckversteifung besitzt das Untergestell nicht. Diese wird vielmehr nach einem Vorschlag der Waggon- und Maschinenbau A. G. Görlitz, durch wenige, aber kräftige Querverbindungen, die mit starken Knotenblechen in grofser Länge an den Langträgern befestigt sind, erreicht. Durch Versuche ist festgestellt worden, dafs diese Ausführung der Verwendung von Schrägstreben überlegen ist. Die Langträger werden sehr gut gegen Ausknicken gesichert. Die Zugvorrichtung greift an beiden Drehstuhlträgern, die in wagrechter Richtung sehr stark bemessen sind, an. Die Zugkräfte werden mithin ebenfalls sehr sicher übertragen.

Die Dachspriegel bestehen aus **Z**-Eisen, die mit dem Dachrahmen vernietet sind. Äusserer Dachbelag, Fufsboden und die inneren Schalungen sind wie bisher üblich in Holz gefertigt. Die Stirnwände sind besonders kräftig ausgebildet worden und oben mit den Seitenwänden, um die durch die Türöffnungen hervorgerufene Schwächung unschädlich zu machen, durch ein kräftiges Blech verbunden (Rammdach).

Diese Bauart der eisernen Personenwagen ist von der früheren preufsisch-hessischen Staatsbahn im Laufe von über 15 Jahren entwickelt worden und hat die Erwartungen und die gestellten Forderungen in jeder Beziehung aufs beste erfüllt.

Ein in Seddin ausgestellter eiserner D-Zugwagen zeigt eine abweichende Bauart. Grundsätzlich wird auch bei dieser daran festgehalten, die Seitenwände zum Tragen heranzuziehen. Als Obergurt dient aber nicht der Dachrahmen, sondern ein in der Fensterbrüstungshöhe liegendes **U**-Eisen. Verbunden ist dieses mit dem als Untergurt dienenden Langträger des Untergestells durch Winkeleisenstützen und Flacheisenstreben. Die Bekleidungsbleche sind nicht mit den Eisenteilen vernietet, sondern an Holzfutter angeschraubt. Sie werden also nicht für die Lastaufnahme benutzt. Bei Beschädigungen können sie leichter ausgewechselt werden. Die Bauart hat aber den Nachteil, dafs die Wagen bei gleicher Festigkeit schwerer oder bei gleichem Gewicht weniger widerstandsfähig sind als die, die nach deutscher Einheitsbauart gebaut sind. Auch dürfte die Herstellung teurer werden. Für die Unterhaltung von Hauptbahnwagen dürfte der Vorteil kaum nennenswert sein. Wie die Erfahrungen der Deutschen Reichsbahn lehren, brauchen bei leichten Beschädigungen die Bekleidungsbleche nicht abgenietet zu werden. Leichtere Eindrückungen können ausgebeult werden. Gröfsere Beschädigungen können durch Ausschneiden und Einschweifsen instandgesetzt werden*). Genietete Bleche halten einen Anprall naturgemäfs besser aus als angeschraubte. Ihre Beschädigung wird meist geringer. Bei sehr schweren Stöfsen wird das Gittertragwerk wahrscheinlich auch so stark beschädigt werden, dafs seine Wiederherstellung der Ausbesserung genieteter Bleche, die aus gleichem Anlafs beschädigt sind, mindestens gleichkommt. Im Vollbahnbetrieb sind derartige Beschädigungen im übrigen so selten, dafs sie im Vergleich mit dem Aufwand für die sonstige Wagenunterhaltung kaum ins Gewicht fallen. Für Strafsenbahnen in gröfseren Städten mit starkem Fuhrwerkverkehr, bei denen Blechbeschädigungen häufig in gröfserem Umfange vorkommen, kann diese Bauart eine gewisse Bedeutung erlangen. Ebenso ist sie für Wagen, bei denen eine äufsere Holzbekleidung angewendet werden mufs, geeignet.

Eine weitere Abweichung von der deutschen Einheitsausführung zeigte ein in natürlichen Abmessungen ausgestelltes Modell für ein Schlafwagendoppelabteil. Im wesentlichen ist hier die deutsche Bauart beibehalten worden. Abweichend ist jedoch die Ausbildung des als Obergurt der Seitenwand dienenden Dachrahmens. Ein 3 mm starkes im Bogen gemessen etwa 500 mm breites Rammblech verbindet die Ecksäulen der beiden Stirnwände über die ganze Wagenlänge. Mit den aus **Z**-Eisen bestehenden Dachspriegeln ist es vernietet. In der Langrichtung sind diese Bleche unabhängig von den Seitenwandblechen mit einem äufseren mit den Bekleidungsblechen und den Rungen vernieteten Obergurteisen und an der anderen Kante mit einem mit den Spriegeln vernieteten durchlaufenden **Z**-Eisen, das bis an die hölzerne Dachschalung reicht, vernietet. Durch diese Ausführung soll eine bessere Längsversteifung des Daches erreicht, d. h. die Rammsicherheit erhöht werden. Der Raum über den Fenstern, der bei der anderen Ausführungsart durch den Steg des **Z**-Eisens abgeschlossen wird, bleibt frei. Deshalb ist es möglich, nach oben öffnende Fenster höher zu heben, d. h. bis an das Dachblech. Ein Nachteil derartiger Fenster — zu geringe Öffnung in geöffnetem Zustand — wird hierdurch verringert. Diesem Umstande ist aber keine zu grofse Bedeutung beizulegen, da derartige Fenster andere erhebliche Nachteile aufweisen, so dafs sie deutschen Ansprüchen nicht genügen. Ob für die senkrechte Lastaufnahme eine gleiche Festigkeit erzielt wird, wie bei dem Obergurt der deutschen Einheitsbauart erscheint zweifelhaft. Das obere Langblech dürfte vielmehr lediglich als Diagonalversteifung der Spriegel zur Wirkung kommen. Bei grofsen Druckbeanspruchungen des Obergurtes dürfte die Gefahr bestehen, dafs die Bleche an der oberen Kante Falten bilden. Das an der oberen Kante vorgesehene **Z**-Eisen dürfte für die senkrechte Beanspruchung bedeutungslos sein, da es zu weit aufserhalb der Schwerpunktebene der Seitenwand liegt. Vorteilhaft könnte die Ausführung sein, wenn das Blech das ganze Dach bedeckt. Aussichtsreiche Versuche mit einem vollständig eisernen Dach werden von der Deutschen Reichsbahn gegenwärtig ausgeführt. Von Wert ist ein solches aber nur, wenn es lediglich mit einem Schutzanstrich versehen ohne besondere Schutzmafsnahmen gegen Geräusche, Wärmeeinflüsse wie z. B. Belegen mit Filz oder anderen Stoffen den Ansprüchen genügt. Sonst wird es unwirtschaftlicher als das mit einer geeigneten Decke versehene aus Holzbrettern bestehende Dach. Z. Zt. läfst sich noch nicht übersehen, ob das vollständig eiserne Dach Vorteile bietet, oder ob erhebliche Nachteile gegen diese Bauart sprechen.

D-Zugwagen hölzerner Bauart wurden nur noch in einer Ausführung, die auch sonst in jeder Beziehung als veraltet anzusprechen war — der Wagen hatte z. B. Lüftungsaufbau, Gasbeleuchtung und Hochdruckdampfheizung — gezeigt. Er besafs ein eisernes Untergestell mit aufgesetztem hölzernen Wagenkasten. Aufsen war der Wagen mit Eichenholzverschalung, die in rötlichem Ton lackiert war, versehen. Der Wagenkasten ist mittels kräftiger Zugstangen, die durch Dachrahmen und Langträger gehen, mit dem Untergestell verankert. Derartige Ausführungen dürften allgemein bekannt sein, so dafs es sich erübrigt, hier weiter darauf einzugehen.

Ein für Nebenbahnstrecken der Deutschen Reichsbahn bestimmter vierachsiger Durchgangwagen (Nr. 13 der Übersicht 1) ist grundsätzlich in gleicher Weise aufgebaut, wie die D-Zugwagen. Ebenso lehnte sich die Ausführung eines vierachsigen Kleinbahnwagens (Nr. 16 der Übersicht 1) eng an die Bauart der D-Zugwagen an.

Bei den ausgestellten Personenzugwagen ist besonders bemerkenswert, dafs sie alle nur zwei Achsen besitzen. Dreiachsige Wagen werden entsprechend den neueren Erfahrungen wohl nur dann noch gebaut, wenn die Gewichtsverhältnisse es erfordern, oder wenn sie in Schnellzüge eingestellt werden sollen, da die Vorschriften für solche z. Zt. im allgemeinen zweiachsige Wagen noch nicht zulassen. Die Einführung der dritten Achse war anfangs auch lediglich darauf zurückzuführen, dafs die Gewichte für die damals vorhandenen Baustoffe für Achsen usw. zu grofs wurden, nicht wie heute noch vielfach irrtümlich angenommen wird, weil es möglich wäre, die Federung

*) Glasers Annalen 1923, Heft 1109.

zu verbessern. Auch die vielfach verbreitete Annahme, dafs der zweiachsige Wagen den Oberbau mehr beansprucht, als der dreiachsige dürfte nicht zutreffen. Dies müfste sich auch in einer gröfseren Abnutzung der Radreifen zeigen. Diese tritt aber, wie jahrelange Vergleichsversuche bewiesen haben, nicht ein. Im übrigen ist die Beanspruchung des Oberbaues durch die gut gefederten Personenwagen mit geringem Achsdruck gegenüber den Güterwagen, die in viel gröfserer Zahl verkehren und viel höhere Achsdrücke haben, und der Lokomotiven so unwesentlich, dafs sie für die Erwägung ob zwei oder drei Achsen zu verwenden sind, belanglos ist. Der einzige ausgestellte Personenzugwagen, der einen neuzeitlichen Aufbau besitzt (Nr. 11 der Übersicht 1) ist der in Abb. 3

Abb. 3. Eiserner Einheitsabteilwagen der Deutschen Reichsbahn.

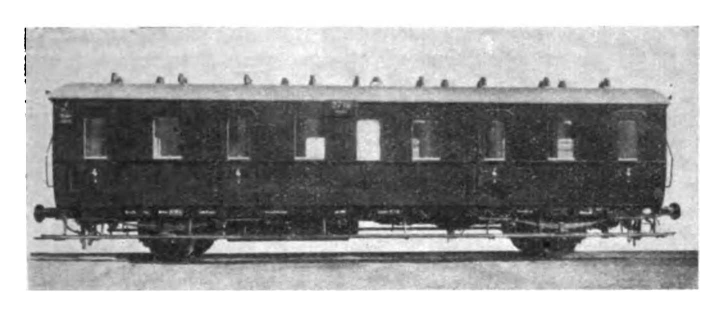
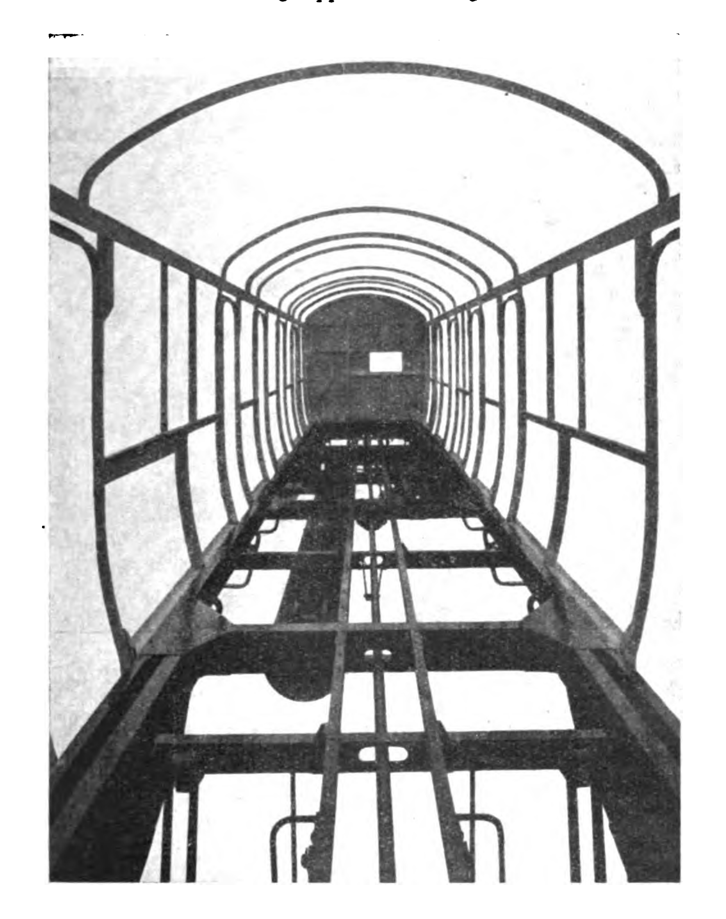


Abb. 4. Eiserner Einheitsabteilwagen der Deutschen Reichsbahn; Kastengerippe und Untergestell.



dargestellte Einheitsabteilwagen 4. Klasse der Deutschen Reichsbahn. Kastengerippe und Untergestell zeigt Abb. 4. Grundsätzlich entspricht der Aufbau dem der D-Zugwagen. Die äufseren Langträger des Untergestells dienen ebenfalls neben der Aufnahme senkrechter Lasten zur Übertragung der Zug- und Stofskräfte. Die Zugvorrichtung greift an einem kräftigen in der Wagenmitte befindlichen kastenartigen Querträger an. Schrägstreben sind wie bei D-Zugwagen durch kräftige Querverbindungen, die in grofser Länge mit starken Knotenblechen an den Langträgern befestigt sind, ersetzt. Die Mittellangträger tragen vorwiegend den Fufsboden, konnten also verhältnismäfsig schwach gewählt werden. Das Untergestell ist nach Vorschlägen der Waggon- und Maschinenbau A. G. Görlitz, ausgebildet worden*). Achshalter und Federböcke sind an besonderen Hilfsträgern, die mit dem Kopfstück, das aus zwei sehr kräftigen ungleichschenkligen L-Eisen besteht, und einem Querträger verbunden sind, befestigt. Äufserst starke Eckverbindungen und das widerstandsfähige Kopfstück ermöglichen eine unbedingt sichere Übertragung der Kräfte von den Puffern und den Achshaltern auf die äufseren Langträger. Bei einigen schweren Unfällen hat das Untergestell bereits seine hervorragenden Widerstandsfähigkeiten bewiesen.

Die Seitenwände sind wie die der D-Zugwagen tragend ausgebildet worden. Ein Sprengwerk zur Versteifung der Langträger des Untergestells ist ebenfalls nicht vorgesehen. Die Rahmen für die Drehtüren sind aus Z-Eisen gebogen und dienen als Rungen. Mit dem als Obergurt dienenden aus Z-Eisen bestehenden Dachrahmen sind sie durch L-Eisen verbunden. Die an den herablafsbaren Fenstern befindlichen Rungen bestehen ebenfalls aus Z-Eisen. Im übrigen entspricht die Bauausführung des Kastengerippes und Untergestells der der D-Zugwagen.

Die anderen ausgestellten zweiachsigen Personenzugwagen und Kleinbahnwagen zeigen in ihrem Aufbau nichts bemerkenswertes. Sie besitzen die früher übliche Bauform, d. h. eisernes Untergestell mit durch Sprengwerk verstärkten Langträgern und darauf aufgesetzt ein mit Blech verkleidetes hölzernes Kastengerippe. Derartige Ausführungen dürften allgemein bekannt sein. Im einzelnen soll deshalb diese Bauart nicht weiter erörtert werden.

### 3. Schlafwagen.

Ein besonders umfangreiches Bild vom gegenwärtigen Stand des europäischen Personenwagenbaues zeigten die ausgestellten Schlafwagen. Es wurden drei verschiedenartige Schlafwagen, zwei D-Zugwagen mit Schlafeinrichtung und zwei Modelle einer neuartigen Ausführung von Doppelabteilen, die vollständig betriebsfertig ausgestattet waren, gezeigt.

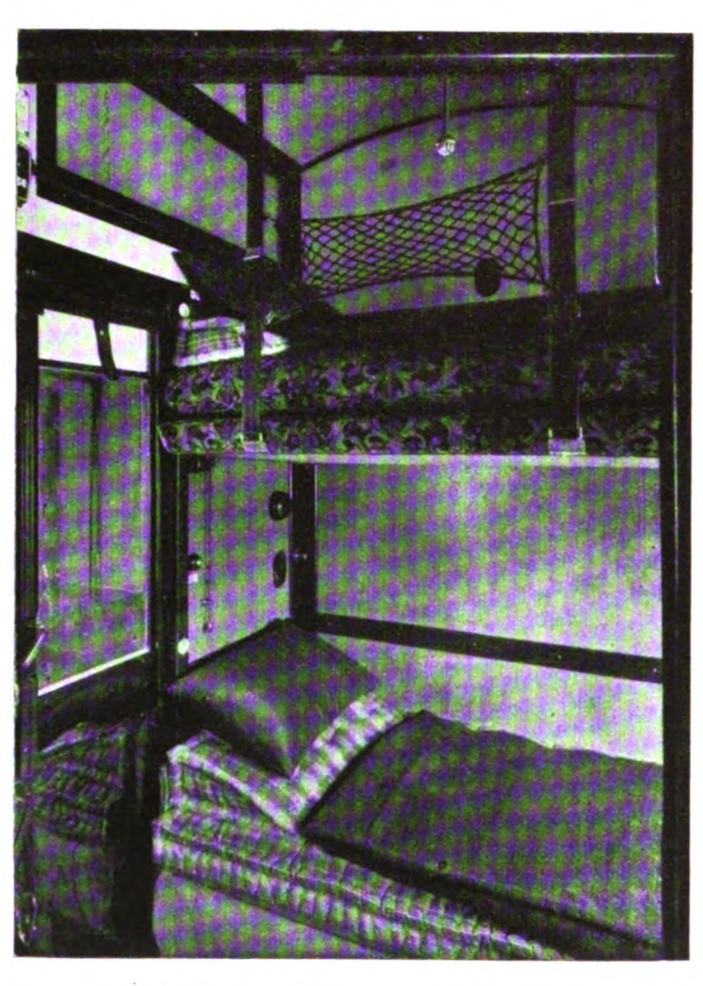
Der Einheitsschlafwagen 1./2. Klasse der Deutschen Reichsbahn (Nr. 2 der Übersicht 1) entspricht in bezug auf seinen Grundrifs, der aus Abb 1, Taf. 3 zu ersehen ist, im wesentlichen der letzten preufsisch-hessischen Ausführung. Abweichend von dieser ist das Tonnendach, das zweiachsige Drehgestell und das eiserne Kastengerippe. Den Querschnitt eines Doppelabteils zeigt Abb. 5 der Tafel. Die wesentlichsten Merkmale und die Hauptabmessungen sind aus den Abbildungen zu ersehen. Die Zwischenwände verlaufen in ihrem mittleren Teil schräg. Hierdurch wird eine sehr günstige Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Grundfläche erreicht. Die Gesamtlänge zweier nebeneinander liegenden Abteile betrug bei den älteren preufsisch-hessischen Schlafwagen, die eine gerade Zwischenwand hatten, 2760 mm. Die gesamte Grundfläche war zwar ausreichend, der lichte Abstand zwischen Sitzen und Wand war jedoch so knapp, dafs das Be- und Entkleiden und das Waschen mit Unbequemlichkeiten verknüpft waren. Durch die geringe Verlängerung von 100 mm für ein Abteil und die Schrägstellung des mittleren Teiles der Wand wurde eine ganz erhebliche Verbesserung erreicht. In jedem Abteil befindet sich nunmehr ein Raum von der reichlichen Länge von 1655 mm, der ein sehr bequemes Be- und Entkleiden sowie Waschen zuläfst. Auf der anderen Seite ist nur eine Länge nötig, die

*) Siehe Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1921. Nr. 20.

für das Sitzen bei Tagesfahrten ausreicht. Hierfür genügt die vorhandene Länge von 1305 mm vollständig.

Der Wagen enthält zehn Abteile, einen Dienstraum, zwei Aborte und zwei Vorräume. Die Abteile sind gegen den Seitengang durch Drehtüren abgeschlossen. An den Endabteilen besitzt der Seitengang verschliefsbare Drehtüren. In der Tafelabbildung 5 ist ein Abteil für Tagesfahrt, das andere für die Nacht hergerichtet, dargestellt. Sitzbank und Rücklehne sind mit Gobelinstoff überzogen. Für die Nacht wird die Rücklehne hochgeklappt, der Sitz umgedreht. Mit dem erforderlichen Zubehör werden auf diese Weise Sitz- und Rücklehne als Betten hergerichtet. Für Reisende 2. Klasse werden beide Betten, für Reisende 1. Klasse wird nur das untere belegt. Textabb. 5 und 6 zeigen die Ausstattung des Abteils. In einer Ecke

Abb. 5. Einheitsschlafwagen 1./2. Klasse der Deutschen Reichsbahn; Abteilausstattung.



sind die Waschschränke eingebaut. Die Waschbecken werden bei Nichtgebrauch hochgeklappt. Die Abb. 6 zeigt ein von der Linke-Hofmann-Lauchhammer A.-G. vorgeschlagenes versuchsweise ausgeführtes klappbares Waschbecken, das sich infolge seiner Lagerung im Schwerpunkt leicht bewegen läfst.

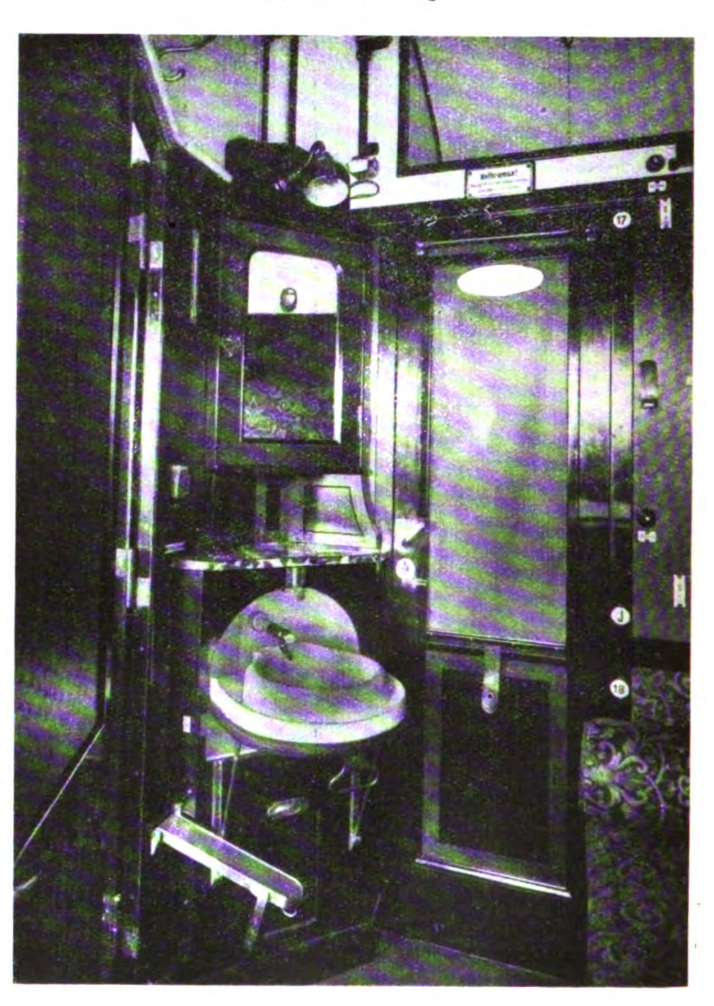
Für die Unterbringung von Gepäck sind Räume über dem Seitengang, der eine Zwischendecke erhalten hat, geschaffen worden.

Zwischen zwei Abteilen befinden sich teilweise doppelflügelige Drehtüren. Durch ihre Öffnung kann bei Bedarf ein grofser Raum hergestellt werden.

Mit Berücksichtigung der während ihres Entwurfes und Baues geltenden technischen Vorschriften kann man diese Wagen in ihrer Art als das in bezug auf die Bequemlichkeit und Wirtschaftlichkeit vollkommenste bezeichnen. Die Länge war so bemessen, wie es die von ihr abhängigen Breitenabmessungen, die ein Mindestmafs nicht unterschreiten dürfen, zuliefsen. Inzwischen sind jedoch die für die Längen- und Breitenmafse geltenden Bestimmungen der »Technischen Vereinbarungen« neu aufgestellt worden*). Die neuen Werte lassen erheblich günstigere Abmessungen für den Bau von Drehgestellwagen zu.

Um die Vorteile der neuen Vorschriften nutzbar zu machen und ohne Verschlechterung der Wirtschaftlichkeit weitere Bequemlichkeit zu schaffen, haben die Wagenbauanstalten Van der Zypen & Charlier, Köln-Deutz, und Waggon- und Maschinenbau A. G. Görlitz, neue Entwürfe für Schlafwagen 1./2. Klasse aufgestellt. Je ein betriebsfertig hergestelltes Modell eines Doppelabteils war in Seddin ausgestellt. Die vorgeschlagenen

Abb. 6. Einheitsschlafwagen 1./2. Klasse der Deutschen Reichsbahn; Abteilausstattung.



Grundrisse und die Hauptabmessungen sind aus Abb. 2 und 3, Taf. 3 zu ersehen.

Die gröfsere Länge der Wagen ermöglicht es die Länge der Abteile zu vergröfsern und elf statt zehn Abteile vorzusehen. Das Gesamtgewicht des Wagens wird zwar naturgemäfs vergröfsert, nicht aber das für die Wirtschaftlichkeit mafsgebende auf einen Platz entfallende Gewicht, das wie aus Übersicht 2 zu ersehen ist, sogar noch verringert werden kann. Viele Teile von grofsem Gewicht, wie Drehgestelle, Stirnwände, Zug- und Stofsvorrichtungen, Bremse usw. sind nämlich fast unabhängig von der Wagenlänge. Deshalb wird mit zunehmender Länge das auf einen Platz oder auf 1 m Wagenlänge ent-

*) V. Nachtrag der „Technischen Vereinbarungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Haupt- und Nebenbahnen“ vom Februar 1924.

Übersicht 2. Gegenüberstellung der Abmessungen von Schlafwagenabteilen 1./2. Klasse.

| Lfd. Nr. | Ausführung | Länge mm | | | Anzahl | | Gewicht kg | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | eines Abteils | zweier Abteile zusammen | des Wagenkastens | Abteile | Plätze | ganzer Wagen | auf 1 Platz |
| 1 | Ältere preufsisch-hessische | 1380 | 2760 | 19200 | 10 | 20 | 44500*) | 2225 |
| 2 | Einheit Deutsche Reichsbahn | 1305/1655 | 2960 | 20200 | 10 | 20 | 46000 | 2300 |
| 3 | Vorschlag Van der Zypen und Charlier | 1320/1820 | 3140 | 22150 | 11 | 22 | 48900*) | 2223 |
| 4 | Vorschlag Görlitz | 1575 | 3150 | 22152 | 11 | 22 | 48900*) | 2223 |

*) Ermittelt unter Annahme gleicher Bauart wie unter laufender Nr. „2“ (z. B. gleiche Drehgestelle, Bremse, Zug- und Rostvorrichtungen, Tonnendach, eisernes Kastengerippe usw.)

fallende Gewicht kleiner. Es ist also wirtschaftlich, einen Wagen so lang, wie es die Breitenabmessungen zulassen, zu bauen.

Im Gegensatz zu der Einheitsausführung der Deutschen Reichsbahn sieht der Entwurf Van der Zypen & Charlier, Abb 3, Taf. 3 die Verbindungstür zwischen zwei Abteilen senkrecht zur Längsachse des Wagens vor. Die an die Tür sich anschliefsenden Wandteile sind dagegen schräg und zwar nach beiden Seiten in verschiedener Richtung verlaufend angeordnet worden. In die auf diese Weise entstehenden Ecken an der Aufsen- und an der Seitengangwand sind die Waschschränke eingebaut worden. Die Grundfläche ist ausreichend geräumig. Die Benutzung der Waschtische scheint jedoch sehr erschwert zu sein, da sie in der Ecke schlecht zugänglich sind. Störend wirkt der in das Nebenabteil hineinragende Teil der schrägen Wand.

Da durch die Verlängerung des Abteils eine ausreichend grofse Grundfläche entstanden ist, verzichtet der Entwurf der Waggon- und Maschinenbau A. G. Görlitz, Abb. 2, Taf. 3 auf die Schrägstellung der Zwischenwand. Das Waschbecken ist fest. Es ist bequem und leicht zugänglich. Durch eine Klappe kann es verdeckt werden. Wird es nicht benutzt, so kann die Klappe als Tisch oder Gepäckablageplatz Verwendung finden. An der Fensterseite ist der Sitzbank gegenüber noch ein fester Sitz und dazwischen ein Klapptisch angeordnet worden. Beide Reisende eines Abteils können also bequem gegenüber sitzen und Fensterplätze einnehmen. Bei Tagesfahrten können sich drei Reisende sitzend in einem Abteil aufhalten. Vorteilhaft ist, dafs der Grundrifs aller Abteile vollständig gleichmäfsig ist. Ein derart ausgestattetes Abteil wird den verwöhntesten Wünschen Rechnung tragen. Es dürfte das vollkommenste sein, was sich bei Beibehaltung der bisherigen europäischen Grundform von Schlafwageneinrichtungen 1./2. Klasse bei Wahrung gröfster Wirtschaftlichkeit erreichen läfst.

Ein erheblicher Nachteil wird jedoch durch alle derartigen an sich begrüfsenswerten Verbesserungsvorschläge nicht aus der Welt geschafft. Dieser besteht darin, dafs sich bei Verwendung als 2. Klasse zwei Schlaflager in einem Abteil übereinander befinden. Beide Reisende eines Abteiles sind auf die gemeinsame Benutzung der vorhandenen Einrichtungen für Licht, Heizung, Lüftung und insbesondere auch der Wascheinrichtung von einander abhängig und auf gegenseitige Verständigung angewiesen. Letzteres wird meist nur unter Zurückstellung persönlicher Wünsche möglich sein. Infolge der Anordnung der Schlaflager übereinander und der notwendigen Herrichtung der Tagessitze für den Nachtgebrauch ist dem einzelnen Reisenden die Möglichkeit genommen, dem persönlichen Bedürfnis entsprechend, sein Schlaflager aufzusuchen, ohne sich zuvor mit seinem Mitreisenden darüber verständigt zu haben. Haben beide Mitreisende dasselbe Reiseziel, so wird es sehr unangenehm empfunden, dafs in dem Abteil nur eine Wascheinrichtung vorhanden ist. Ist das Reiseziel verschieden, so kann eine Störung selbst bei gröfster Rücksichtnahme des Aussteigenden gegenüber dem Zurückbleibenden kaum vermieden werden.

Um diese Mängel zu beseitigen, ohne hierdurch die Wirtschaftlichkeit zu verringern, mufste deshalb erstrebt werden, die gleiche Bettenzahl, die erfahrungsgemäfs benutzt wird, in Einzelräumen unterzubringen. Diese Aufgabe ist von dem in Seddin ausgestellten, in Abb. 1—3, Taf. 4 dargestellten, von der Waggonbauanstalt Wegmann in Cassel entworfenen und gebauten Schlafwagen (Nr. 1 der Übersicht 1) in hervorragender Weise gelöst worden. Nach bisherigen Erfahrungen werden meist bis vier Abteile von Reisenden 1. Klasse, die übrigen sechs von Reisenden 2. Klasse belegt. Im ganzen sind demnach meist sechzehn Betten in einem Wagen in Benutzung. Entsprechend ist der neue Entwurf aufgestellt worden. Er sieht vier Abteile 1. und vierzehn Abteile 2. Klasse vor. Statt des Seitenganges erhielt der Wagen einen Mittelgang von 675 mm Breite und 1920 mm Höhe. Diese Abmessungen sind für einen Schlafwagen, bei dem der Gang nur für den Verkehr einer sehr geringen Zahl von Reisenden in Frage kommt, als ausreichend zu betrachten. Von dem Mittelgang aus sind rechts und links durch Drehtüren die Abteile zu erreichen. Auf der einen Seite befinden sich zehn Abteile 2. Klasse und ein ausreichend grofser mit allen neuzeitlichen Einrichtungen ausgestatteter Dienstraum, auf der anderen vier Abteile 1. und vier Abteile 2. Klasse. Ferner sind auf jeder Seite noch zwei bequem und behaglich ausgestattete Tagesräume vorgesehen. In diesen ist zur Einnahme von Speisen und zum Aufenthalt bei Tagesfahrten bequeme Sitzgelegenheit für zwölf Personen vorhanden. Durch eine entsprechende Verteilung dieser Räume wird eine ausreichende Tagesbeleuchtung des Mittelganges erreicht. An beiden Wagenenden befinden sich vom Gang aus zugängliche Aborte, der Heizkessel für die Warmwasserheizung und ein grofser Aufbewahrungsschrank für Wäsche usw.

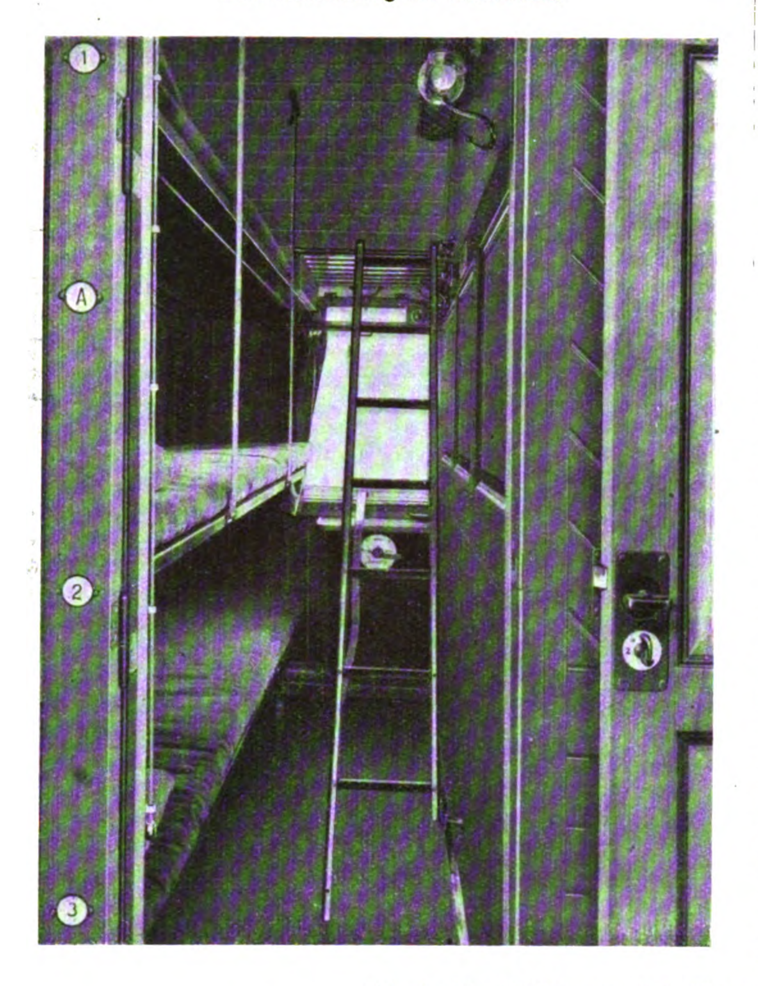
Die Abteile der 1. Klasse besitzen eine Länge von 2540 mm, eine Breite von 1020 mm und eine Höhe von 2200 mm, sind also sehr reichlich bemessen. Die Schlaflager sind gleichlaufend mit dem Mittelgang angeordnet. Sie lassen sich durch wenige einfache Handgriffe in einen klubsesselartigen äufserst bequemen Sitz für den Gebrauch bei Tag herrichten.

Die Unterbringung von achtzehn Betten in Einzelkabinen wurde dadurch ermöglicht, dafs die Schlaflager 2. Klasse über den Mittelgang quer zur Fahrtrichtung hoch gelegt wurden. In den Abteilen 2. Klasse ist ein besonderer Polstersitz im unteren Eingangsraum bequem am Aufsenfenster gelegen, angeordnet worden. Ein angenehmer Aufenthalt bei Tagesfahrt wird hierdurch geschaffen. Will der Abteilinhaber sein Schlaflager aufsuchen, so klappt er den Tagessitz hoch und kann dann über eine von der Wand herunterklappbare bequeme Leiter zum Schlaflager emporsteigen. Durch entsprechende Anordnung der Lampen und Schalter kann das Licht sowohl vom Schlaflager aus, als auch vom unteren Tagesraum aus, ein und ausgeschaltet werden. In gleicher Weise können die Luftsauger bedient werden.

Sowohl zwei Abteile 1. wie zwei solche 2. Klasse sind durch Türen getrennt, durch deren Öffnung ein vereinter grofser Raum hergestellt werden kann.

In allen Abteilen befinden sich feste Waschtische, die durch eine Klappe verdeckt und dann als Tisch verwendet werden können.

Abb. 7. Einheitsschlafwagen 3. Klasse der Deutschen Reichsbahn; Abteilausstattung für Nachtfahrt.



befinden sich Luftöffnungen, die durch Schieber geöffnet und geschlossen werden können. Eine gute und schnelle Lüftung ist hierdurch ermöglicht, wenn bei Nachtfahrt oder ungünstiger Witterung die herablafsbaren Fenster nicht geöffnet werden können. Der auf einen Reisenden entfallende Luftraum in einem Abteil beträgt etwa 5,5 cbm. Er ist gröfser als in den Schlafwagen jetziger Bauart. Die mittlere lichte Höhe über dem Schlaflager 2. Klasse ist mit etwa 800 mm ungefähr gleich der im unteren Lager der jezt gebräuchlichen Schlafwagen. Nach dem Fufsende fällt sie allerdings infolge des gewölbten Daches ab, ist aber auch dort noch durchaus ausreichend.

Vor den Tagessitzen der 2. Klasse ist ein Klapptisch vorgesehen. Den Tagessitzen gegenüber an der Tür zum Nachbarabteil kann ein Sitz aufgestellt oder an der Wand ein Klappsitz angeordnet werden, so dafs bei Tage zwei Reisende einander gegenüber sitzen können.

Die Textabb. 8 bis 10 zeigen die Ausstattung des Wagens.

Für die Reisenden bietet der Wagen die denkbar gröfsten Vorteile ohne wesentliche Nachteile zu zeigen. Ein kleiner Nachteil könnte darin zu suchen sein, dafs bei Tagesfahrten die Gegend nur an einer Seite besichtigt werden kann. Dieser Umstand kann jedoch als schwerwiegend kaum anerkannt werden, da im Schlafwagen die Tagesfahrten zu den Ausnahmen zu rechnen sind, für die meisten Reisenden aufserdem die bequemen Tagesräume, die Aussicht nach beiden Seiten ermöglichen, zur Verfügung stehen.

Das Gewicht des Wagens beträgt etwa 50 000 kg gegenüber 46 000 kg der neusten Einheitsbauart. Bei einem Vergleich mufs man aber annehmen, dafs in einem Regelwagen vier Abteile von Reisenden 1. Klasse, im ganzen also 16 Plätze belegt sind, während der neue Wagen 18 Plätze besitzt. Bei ihm beträgt also das auf einen Platz entfallende Gewicht 2 780 kg gegenüber 2 870 kg beim Einheitswagen, ist also geringer als bei diesem. Zu beachten ist auch noch, dafs der neue Wagen besonders reichlich bemessene Nebenräume (Tagesabteile usw.) besitzt, die bei weiteren Ausführungen, falls das Gesamtgewicht verringert werden soll, weggelassen oder kleiner gemacht werden könnten, ohne dafs hierdurch gegen die Wagen anderer Bauart eine Verschlechterung geschaffen würde.

Abb. 8—10. Schlafwagen 1./2. Klasse Bauart Wegmann; Abteilausstattung.

Abb. 8.

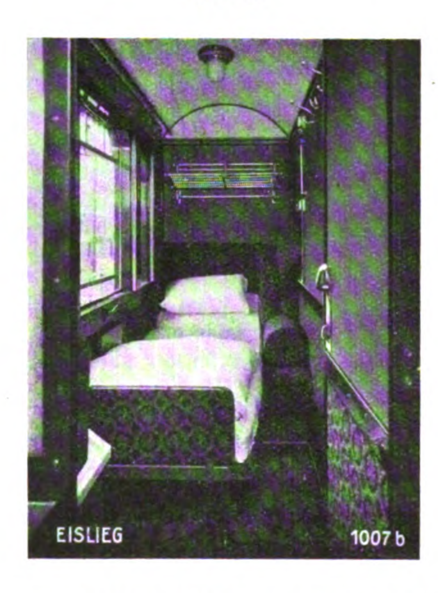



Abb. 9.

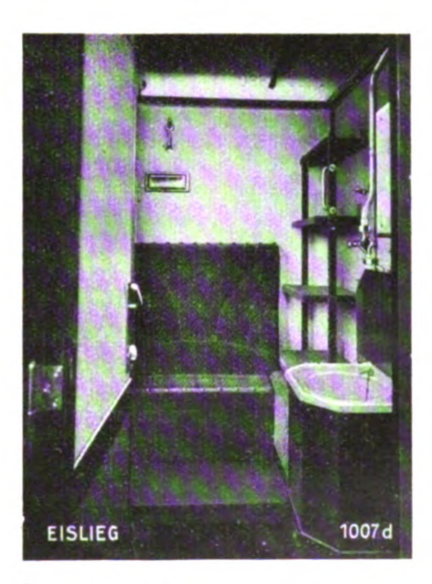



Abb. 10.

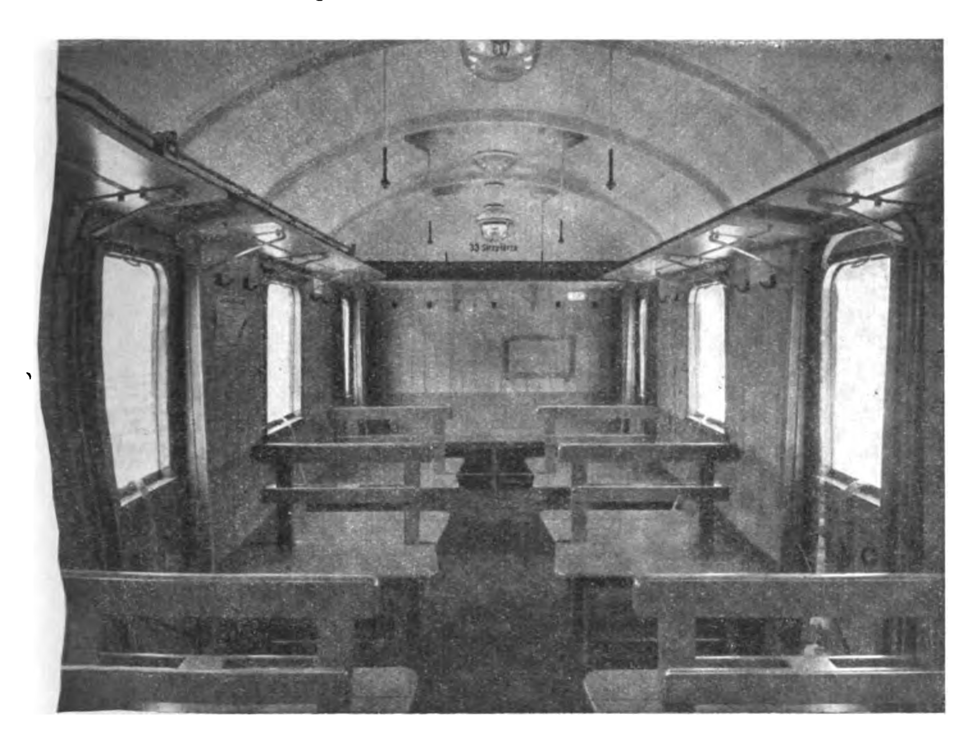



Auf eine besonders günstige Lüftung ist grofser Wert gelegt worden. An den Schlaflagern 2. Klasse entlang, ist ein besonderer Luftkanal, an dem die Luftsauger Bauart Wendler angebracht sind, entlanggeführt. In den Abteilen

Aufser den beschriebenen reinen Schlafwagen 1./2. Klasse waren in Seddin noch zwei D-Zugwagen ausgestellt, bei denen alle oder einige Sitze als Schlaflager hergerichtet werden können und zwar ein Wagen 1. Klasse (Nr. 4 der

Übersicht 1) und ein Wagen 2. Klasse (Nr. 5 der Übersicht 1). Beide sind für die jugoslavischen Staatsbahnen bestimmt. Der Wagen 1. Klasse besitzt neun Abteile, in denen für Tagesfahrten je zwei Sitzplätze auf einer Seite vorgesehen sind. Die Rücklehne kann für Nachtfahrten hochgeklappt werden, so dafs zwei Nachtlager entstehen. Jedes Abteil besitzt aufklappbare Waschbecken. Die Einrichtung ist ähnlich wie bei den preufsisch-hessischen Schlafwagen älterer Bauart. Jedoch ist die Länge der Abteile 1600 mm gegenüber 1380 mm bei diesen. Die verfügbare Länge des Wagens von 19650 mm ist mit 18 Plätzen gegenüber den oben beschriebenen Schlafwagen sehr unwirtschaftlich ausgenutzt worden, ohne dafs besondere Vorteile erzielt werden konnten. Der beschriebene Einheitsschlafwagen 1./2. Klasse der Deutschen Reichsbahn und nach den beiden erörterten neuen Vorschlägen gebaute Wagen bieten bei erheblich besserer Ausnutzung des verfügbaren Raumes und des Gewichtes mindestens die gleichen Bequemlichkeiten.

Abb. 11. Einheitsabteilwagen 4. Klasse der Deutschen Reichsbahn; Inneneinrichtung.



Gegenüber dem grofsen Angebot an Raum mutet es eigenartig an, dafs der Wagen mit der unangenehm wirkenden und längst als unzulänglich erkannten Hochdruckdampfheizung ausgerüstet ist.

Der Wagen 2. Klasse besitzt in der Mitte zwei Halbabteile, die durch eine Doppelschiebetür von einander getrennt sind. Diese und die an beiden Seiten angrenzenden Vollabteile lassen sich in gleicher Weise wie bei dem 1. Klasse-Wagen zu Schlafabteilen herrichten. Gegenüber der 1. Klasse sind sie einfacher eingerichtet. Wascheinrichtung ist nur in den Aborten vorhanden. Die Halbabteile haben die für Tagesfahrten sehr geringe Länge von 1280 mm, während die Vollabteile mit 2125 mm reichlich lang sind.

Die Einrichtung des ausgestellten Einheitsschlafwagens 3. Klasse der Deutschen Reichsbahn zeigen die Abb. 4 und 6, Taf. 3 und Textabb. 7. Der Wagen besitzt 11 Halbabteile. In jedem können drei Schlaflager übereinander hergerichtet werden. Das obere Lager ist fest eingebaut. Das mittlere kann heruntergeklappt werden. Bei Tageseinrichtung bietet es eine Rücklehne für das als Sitzbank dienende untere Lager. Dieses ist bei einigen Wagen fest ausgebildet worden. Bei anderen läfst es sich, wie aus der Textabbildung zu erkennen ist, für Tagesfahrt anheben, um eine bequemere Sitzhöhe zu erreichen. Die Grundform des Wagens (Längen- und Breitenabmessungen) entspricht genau dem Einheitsschlafwagen 1./2. Klasse. Gepäck kann in reichlich bemessenen Räumen über dem Seitengang untergebracht werden. Über den Lagern konnten nur schmale Gepäcknetze angebracht werden. Zum Aufsteigen auf das mittlere und obere Lager dient eine an der Zwischenwand angebrachte Leiter, die zusammengeklappt und durch Drehung dicht an die Wand gelegt werden kann, so dafs sie bei Nichtgebrauch nicht stört. Geheizt wird der Wagen durch Dampfheizung, Bauart Pintsch. Wascheinrichtung befindet sich aufser in den Aborten in zwei besonderen Räumen. Für die Lüftung dienen Luftsauger, Bauart Wendler, und Klappen über den herablafsbaren Fenstern. Als Schlaflager dienen Plüschpolster, die mit Rofshaar gefüllt sind. Die ersten derartigen Wagen befinden sich bereits seit Ende des Jahres 1921 in Betrieb und erfreuen sich grofser Beliebtheit. Die Einrichtung hat sich so gut bewährt, dafs sie bei mehreren weiteren Bestellungen fast unverändert wieder ausgeführt wurde.

#### 4. D-Zugwagen.

Über die ausgestellten D-Zugwagen ist aufser dem, was bereits unter »2.« gesagt worden ist, nicht viel zu berichten. Gegenüber den Ausführungen der einzelnen früheren deutschen Staatsbahnen sind die Einheits-D-Zugwagen der Deutschen Reichsbahn länger ausgeführt worden ohne dafs das Gesamtgewicht — unter Voraussetzung gleicher Ausstattung — gestiegen wäre. Die Wagen sind also erheblich wirtschaftlicher geworden. Die auf einen Platz entfallenden Gewichte sind bei den neuesten Ausführungen aufserordentlich gering. Die Abteile 1. Klasse sind jetzt in der Wagenmitte untergebracht worden, während sie sich früher meist an den Enden befanden. Gegenüber bisher vier, enthalten sie jetzt sechs bequeme Sitzplätze. Im übrigen dürfte die Einrichtung der Einheits-D-Zugwagen, die im wesentlichen der früheren preufsisch-hessischen gleicht, hinreichend bekannt sein, so dafs hier weiteres nicht erörtert zu werden braucht.

Für die ausgestellten ausländischen D-Zugwagen gilt das gleiche, was von den deutschen Wagen gesagt wurde. Von diesen unterscheiden sie sich nur unbedeutend in der Ausstattung.

#### 5. Personenwagen.

Von den ausgestellten Personenzugwagen bietet bemerkenswertes Neues nur der Einheitsabteilwagen der Deutschen Reichsbahn (Nr. 11 der Übersicht 1). Bei ihm sind Vorteile des Durchgangswagens mit denen des Abteilwagens geschickt vereinigt worden. Abb. 3 zeigt die Ansicht, Abb. 11 die Inneneinrichtung des Wagens. Wie früher schon bei den Wagen 4. Klasse süddeutscher Staatsbahnen ist für jeden Reisenden ein Sitzplatz vorgesehen. Ein Mittelgang ermöglicht den Ausgleich der Reisenden innerhalb des Wagens während der Fahrt. Deshalb brauchte nicht für jedes Abteil eine Eingangstür vorgesehen zu werden. Die Hälfte genügte um schnellste Abwicklung auch des stärksten Verkehrs zu gewährleisten. Für die Eingangsabteile ist eine besonders grofse Länge vorgesehen Zwei Aborte sind in der Mitte des Wagens angeordnet. Der Raum wird hierdurch in zwei Hälften eingeteilt. Eine gute Querversteifung des Wagens läfst sich durch die Verbindung in den Abortwänden vorsehen. Zwischen den Aborten be-

findet sich ein Durchgang, der durch eine Drehtür abgeschlossen werden kann.

Bemerkenswert ist die Unterbringung der Handbremse. Ein Bremserhaus ist nicht mehr vorgesehen. Die Handbremse ist vielmehr in gleicher Ausführung wie bei offenen Güterwagen an der Stirnwand des Wagens angebracht. Sie wird vom Innern des Endabteils durch eine Öffnung in der Wand, die durch eine Klappe abgeschlossen werden kann, bedient.

Gepäckbretter sind nur an den Seiten- und Querwänden vorgesehen. Weitere Gepäckstücke können unter der Hälfte der Sitzbänke, die von Heizkörpern frei gelassen worden ist, untergebracht werden. Die Sitze sind dem Wesen der 4. Klasse entsprechend einfach, aber doch den Bedürfnissen entsprechend ausgebildet. An der Gangseite erhalten sie nur zwei Füfse. Die Mitte ist frei, so dafs die Gepäckstücke bequem untergeschoben werden können.

Von dem Personenzugwagen bemerkenswert ist noch der für den starken Nahverkehr in der Umgebung von Stuttgart bestimmte Doppel-Durchgangswagen (Nr. 12 der Übersicht 1). Eine ausführliche Erörterung erübrigt sich, da vor einiger Zeit ein erschöpfender Aufsatz in Heft 11, Seite 252 des vorigen Jahrgangs dieser Zeitschrift erschienen ist. Deshalb soll hier nur kurz das wesentliche angegeben werden.

Bei starkem Verkehr sollen möglichst viele Personen untergebracht werden können. Das Aus- und Einsteigen darf aber nur kurze Zeit in Anspruch nehmen. Deshalb wurde der Wagen als Durchgangswagen mit Seitentüren ausgeführt. Eingang und Ausgang sind getrennt angeordnet. Für ersteren sind an beiden Enden des Wagens geschlossene Bühnen mit seitlichen Drehtüren vorgesehen. Für den Ausgang dienen in der Mitte des Wagens Doppeltüren. Vor den Ausgangstüren ist ein Stehraum vorgesehen, in dem die Reisenden sich vor dem Aussteigen sammeln können.

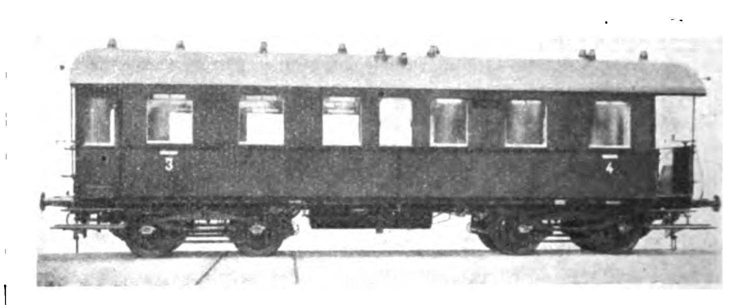
Zwei Wagen sind durch die bei den Doppelwagen der Berliner Stadtbahn erprobte Kurzkupplung, sowie Übergangsbrücke und Faltenbalg miteinander verbunden. Eine Tür ist zwischen beiden nicht vorgesehen, so dafs beide Wagen zusammen als ein grofser Raum betrachtet werden können.

Der Doppelwagen hat im ganzen 101 Sitzplätze. In den freien Ausgangsräumen und in den geschlossenen Vorbauten an den Wagenenden sind noch bequem Stehplätze für 41 Personen vorhanden.

Der Wagen besitzt für starken Nahverkehr grofser Städte zweifellos Vorteile. Ein Nachteil besteht jedoch in der Unterbrechung der Seitenwände durch die mittleren Drehtüren. Infolge der grofsen Breite des Wagens dürfen diese, um Platz für die Trittstufen zu erhalten, nicht in der Seitenwandebene untergebracht werden, müssen vielmehr zurückstehen. Für die Ausbildung eines eisernen Kastengerippes ist dies aufserordentlich störend. Die Seitenwände lassen sich nicht so einfach in gleicher Weise tragend ausbilden, wie es mit grofsem Erfolge bei den Einheitswagen der Deutschen Reichsbahn geschehen ist. Entweder werden die Wagen in eiserner Bauart erheblich schwerer als diese, oder die Festigkeit ist wesentlich geringer. Gerade für Wagen, die für den Nahverkehr mit dichter Zugfolge bestimmt sind, mufs mit gröfstem Nachdruck die widerstandsfähige eiserne Ausführung des Kastengerippes gefordert werden. Es fragt sich, ob nach den guten Erfahrungen, die mit dem Einheitsabteilwagen 4. Klasse gemacht worden sind, sich nicht eine ähnliche Ausführung wird finden lassen, die den Forderungen des Stuttgarter Nahverkehrs gerecht wird, ohne die Vorzüge des neuzeitlichen eisernen Personenwagens aufzugeben.

Eine für vollspurige Bahnen eigenartige Ausführung zeigt der in Abb. 12 dargestellte vierachsige Nebenbahnwagen der Deutschen Reichsbahn (Nr. 13 der Übersicht 1). Im allgemeinen werden für Nebenbahnen mit gutem Erfolg zweiachsige Durchgangswagen mit 6,5 m und neuerdings 6,2 m Achsstand verwendet. Für einige Strecken mit besonders ungünstigen Verhältnissen, z. B. Wiesbaden—Langenschwalbach, war es jedoch erforderlich, eine Sonderbauart mit Drehgestellen in Dienst zu stellen*). In bezug auf die Einrichtung und die Ausstattung des Wagens ist besonderes nicht zu sagen. Er

Abb. 12. Vierachsiger Einheitsnebenbahnwagen der Deutschen Reichsbahn.

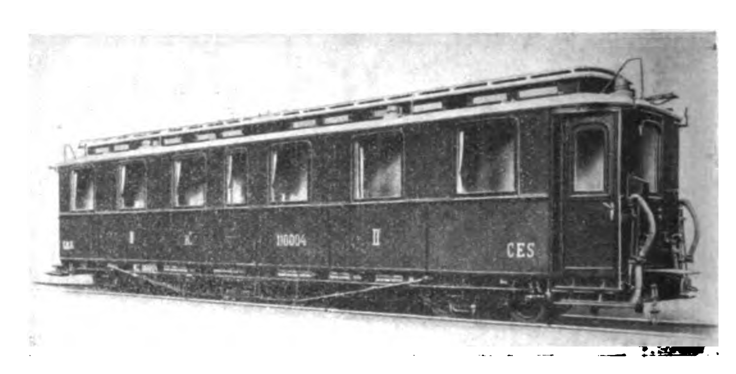


entspricht im allgemeinen in dieser Beziehung den bekannten Wagen der früheren preufsisch-hessischen Staatsbahn. Das Kastengerippe ist mit Berücksichtigung der geringeren Beanspruchungen infolge kleinerer Länge nach der Bauart der D-Zugwagen ausgeführt worden. Auf geringes Gewicht ist mit Rücksicht darauf, dafs der Wagen vorwiegend auf Gebirgsstrecken läuft, besonders grofser Wert gelegt worden.

### 6. Kleinbahnwagen.

Von den Kleinbahnwagen ist der für die jugoslavische Staatsbahn bestimmte vierachsige Durchgangswagen 2. Klasse (Nr. 14 der Übersicht 1, der in Abb. 13 dar-

Abb. 13. Vierachsiger Kleinbahnwagen der jugoslavischen Staatsbahn



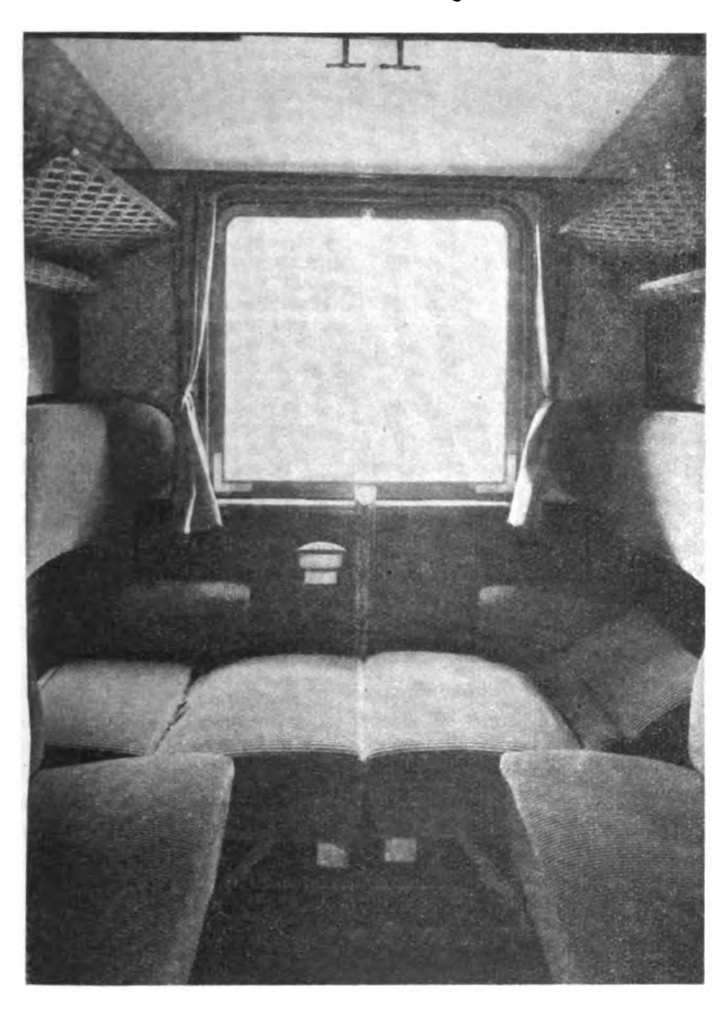

gestellt ist, deshalb bemerkenswert, weil er eine für Kleinbahnen — gemessen an deutschen Verhältnissen — besonders gute innere Ausstattung besitzt. Dies dürfte wohl darauf zurückzuführen sein, dafs in Jugoslavien mit Kleinbahnen erheblich gröfsere Strecken zurückgelegt werden müssen als in Deutschland. Die Abteile sind wie bei D-Zugwagen von einem geschlossenen Seitengang aus durch Schiebetüren zugänglich. Sie sind mit gepolsterten Plüschsitzen ausgestattet. Die beiden an der Aufsenwand gegenüber liegenden Sitze lassen sich herausziehen und ergeben ein bequemes Schlaflager. Die Endbühnen sind geschlossen. Im Abort befindet sich eine Wascheinrichtung. Die Ausstattung eines Abteils zeigt Abb. 14.

Durch seinen den neuesten Erfahrungen entsprechenden Aufbau des eisernen Kastengerippes und seine bosonders gefällige und zweckmäfsige Ausstattung fiel der in Abb. 15 dargestellte

*) Ob derartige Drehgestellwagen gegenüber zweiachsigen Wagen tatsächlich, wie angenommen wird, in bezug auf Schienen- und Radreifenabnutzung und Laufwiderstand Vorteile bietet, erscheint zweifelhaft. Eingehende Versuche sollen demnächst Klärung herbeiführen.

von der Waggonfabrik Wismar entworfene und gebaute Kleinbahnwagen 2. Klasse der Nordhausen-Wernigeroder Eisenbahn (Nr. 16 der Übersicht 1) auf. Das Kastengerippe ist ganz aus Eisen hergestellt und unter Berücksichtigung der kleineren Last und geringeren Länge nach der Art der Hauptbahnwagen der Deutschen Reichsbahn durchgebildet. Der innere Raum ist durch eine in der Mitte befindliche Wand in zwei Hälften eingeteilt. Der Einstieg erfolgt von den Stirnseiten aus über offene Endbühnen. Der Wagen ist mit wendbaren Sitzkissen, die auf einer Seite mit braungestreiftem Plüsch, auf der anderen mit braunem Leder überzogen sind, ausgerüstet.

Abb. 14. Vierachsiger Kleinbahnwagen der jugoslavischen Staatsbahn; Abteilausstattung



Über allen Sitzen befinden sich Gepäcknetze. Für eine Kleinbahn ungewöhnlich ist die Ausstattung mit elektrischer Maschinenbeleuchtung und mit Dampfheizung Bauart Pintsch. Neben einer Handspindelbremse besitzt der Wagen Luftsaugebremse Bauart Körting.

Mit Berücksichtigung des grofsen Fassungsvermögens von 46 Sitzplätzen, der verhältnismäfsig schweren Ausstattung und der grofsen Widerstandsfähigkeit des Wagenkastens kann man das Gewicht des Wagens von 16100 kg als sehr günstig bezeichnen.

### 7. Drehgestelle.

Mit Ausnahme des von der Wagenbauanstalt Wegmann in Cassel gebauten Schlafwagens waren die ausgestellten D-Zugwagen mit dem bisherigen Einheitsdrehgestell der Deutschen Reichsbahn, das in Abb. 16 dargestellt ist, ausgerüstet. Die Bauart dieses Drehgestells ist von der früheren preufsisch-hessischen Staatsbahn entwickelt worden. Der Grund für die Einführung war, eine weiche Abfederung, die die anderen in Deutschland und auch in den meisten übrigen europäischen Ländern verwendeten Drehgestelle vermissen liefsen, zu schaffen.

Um die seitlichen Stöfse abzufangen, ist die Wagenlast in derselben Weise wie bei den anderen Ausführungen auf einer Wiege schwingend gelagert. Die Arbeit des Hebens und Senkens der Last infolge Schwingens der Wiege wird durch die Kräfte, die durch die seitlichen Stöfse hervorgerufen werden, geleistet. Diese werden mithin zum grofsen Teil, ehe sie auf den Wagenkasten einwirken können, vernichtet. Die senkrechte Abfederung ist doppelt. Die Wiege besteht aus zwei Balken. Der obere, auf dem die Wagenlast ruht, wird durch quer liegende Blattfedern von dem unteren getragen. Die Last soll im wesentlichen von dem Drehstuhl aufgenommen werden.

Abb. 15. Vierachsiger Kleinbahnwagen der Nordhausen-Wernigeroder Eisenbahn.

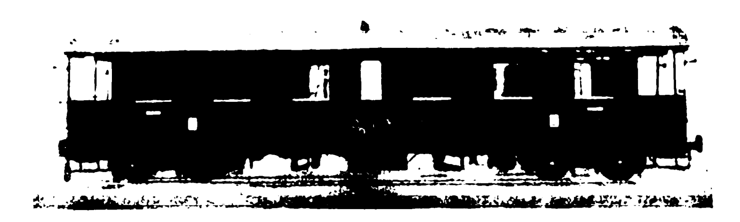
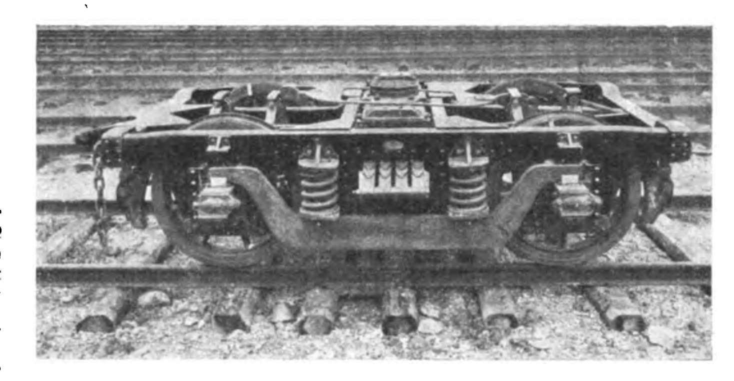


Abb. 16. Einheitsdrehgestell der Deutschen Reichsbahn, amerikanische Bauart.



Deswegen wird zwischen den unteren und oberen Gleitstücken, die an den äufseren Enden der Wiege die Last abstützen, ein Luftspalt von 0,5 bis 2 mm vorgesehen. Der untere Wiegebalken ist auf eine Schneide, die in die an Querverbindungen des Rahmengestells aufgehängten Pendel eingehängt sind, gelagert. Das Rahmengestell ist gegen die Achsen durch Spiralfedern abgefedert. Diese ruhen auf einem, beide Achslager verbindenden Balken, der infolge seiner eigenartigen Form als »Schwanenhalsträger« bezeichnet wird. Um die infolge mangelnder innerer Reibung der Spiralfedern fehlende Dämpfung der Schwingungen so weit möglich zu erzeugen, werden mehrere ineinander liegende Federn von verschiedenen Abmessungen angeordnet.

Um eine Rückstellung und eine Hemmung der Schwingungen der Wiege zu erzielen, wurden bis vor einiger Zeit die Pendel schräg aufgehängt und zwar so, dafs der Schnittpunkt ihrer verlängerten Mittellinie in 4000 mm Höhe der Wagenmitte liegt. Diese Ausführung zeigt aber Mängel. Die Rückstellung erfolgt ruckartig. Die Wiege stellt sich beim Ausschlagen schräg ein. Schlagen beide Wiegen nach verschiedener Richtung aus, so wird ihre Lage gegeneinander gekreuzt, d. h. die Schräglage besitzt bei beiden verschiedene Richtung. Die Wiegen suchen demnach das Untergestell des Wagenkasten zu verdrehen. Dies

äufsert sich in unangenehmen Zitterbewegungen. Um die Nachteile zu beseitigen, werden die Pendel nicht mehr schräg, sondern nach der von Othegraven angegebenen Bauart senkrecht aufgehängt. Die Rückstellung wird durch eine walzenlagerartige Aufhängung erreicht. Ausführlich hat Othegraven die Ausführung selbst in Band 53 (1916 Seite 225 u. f.) dieser Zeitschrift beschrieben. In längerem Versuchsbetrieb hat sich die Othegravensche Pendelaufhängung so gut bewährt, dafs sie für Wagen der Deutschen Reichsbahn nunmehr allgemein eingeführt worden ist.

Der Zweck mit dem Drehgestell amerikanischer Bauart einen weichen Lauf zu erzielen ist voll erreicht worden. Es besitzt aber eine Anzahl erheblicher Mängel. Die ungünstige Übertragung der Last von der Wiege zu den Achslagern bringt es mit sich, dafs der Achsstand auf eine geringe Länge beschränkt bleiben mufs. Bei den Einheitsdrehgestellen der Deutschen Reichsbahn beträgt er 2150 mm. Eine Vergröfserung ist nicht möglich, da die Abmessungen des Schwanenhalsträgers trotz hoher Beanspruchung bereits so grofs sind wie es die räumlichen Verhältnisse zulassen. Infolge des kleinen Achsstandes neigen die Drehgestelle sehr stark zum Schlingern, so dafs das Fahren trotz der angenehmen weichen Federung oft äufserst unangenehm ist. Auf ebenen Flachlandstrecken mit wenig Bögen macht sich der Fehler nicht allzu sehr bemerkbar. Anders aber in gebirgsreichen Gegenden mit vielen Krümmungen von kleinem Halbmesser. Hier laufen die Wagen häufig sehr unruhig. Verstärkt wird der Fehler noch dadurch, dafs die geringe Hemmung der Blattfedern sich sehr unangenehm durch lang andauerndes senkrechtes Schwingen und seitliches Schwanken bemerkbar macht. Deshalb hat sich das amerikanische Drehgestell in Ländern mit vorwiegend gebirgsreichen Strecken nicht einführen können.

Ein grofser Nachteil ist, dafs die Federn nicht nachstellbar ausgeführt werden können. Nach dem Zusammenbau läfst sich an der Federung nichts mehr ändern. Trotz besten Stahls und sorgfältigster Herstellung läfst es sich aber nicht immer erreichen, dafs alle Federn gleich hoch stehen. Auch läfst es sich nicht vermeiden, dafs die Federn sich nach dem Einbau um einige Millimeter setzen. Besonders unangenehm ist dies deshalb, weil das Setzen unberechenbar und bei allen Federn verschieden ist. Die Folge davon ist, dafs meist die Federn eines Drehgestells eine verschieden grofse Pfeilhöhe besitzen, so dafs der Rahmen schief steht. Eine Einstellung des Pufferstandes und eine Geradestellung des Wagenkastens läfst sich infolgedessen nur durch Verstellung der Wiegenpendel, die mit Gewinde und Muttern versehen sind, ermöglichen. Für den ruhigen Lauf der Wagen ist aber die richtige Höhe der Federn und eine gut ausgerichtete Lage des Rahmengestells von gröfster Wichtigkeit.

Grofse Schwierigkeit bereitet die Auswechslung der Bremsklötze, da sie durch den Schwanenhalsträger und die Spiralfedern verdeckt sind.

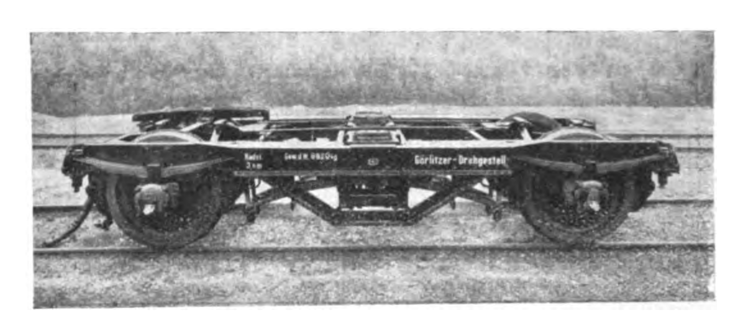
Das Rahmengestell ist gegen die Achslager in gröfserer Entfernung von diesen abgestützt. Infolgedessen kippt es beim Bremsen. Es mufs deshalb gegen das Untergestell des Wagenkastens durch besondere Böcke abgefangen werden.

Das Rahmengestell besteht aus vielteiligen schwer herzustellenden Prefsblechen. Es ist infolgedessen teuer in der Fertigung und besonders in der Unterhaltung. Die Werkstätten können die Teile selbst nicht herstellen, müssen sie vielmehr von auswärts beziehen. Die Unterhaltung ist deshalb sehr kostspielig. Infolge der hohen und ungünstigen Beanspruchungen sind Anbrüche, die Ersatz von Teilen nötig machen, nicht selten.

Die Untersuchung der einzelnen Teile ist wegen des unübersichtlichen Aufbaues sehr erschwert.

Erwägungen, die Nachteile zu beseitigen, ohne den Vorteil des weichen Laufes aufzugeben, führten zum Entwurf eines vollständig neuartigen Drehgestells, das in Abb. 17 dargestellt ist. Es ist von der Waggon- und Maschinenbau A. G. Görlitz, entworfen und gebaut worden. Der von der Wagenbauanstalt Wegmann in Cassel ausgestellte neuartige Schlafwagen ist mit diesem Drehgestell ausgerüstet.

Abb. 17. Görlitzer Drehgestell.

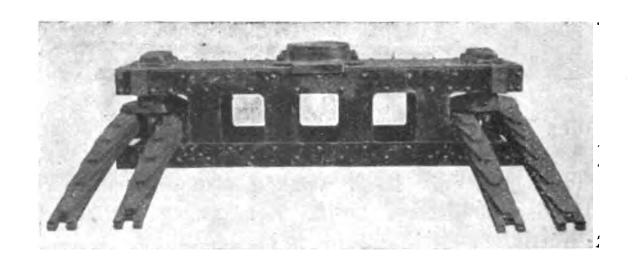


Es erschien notwendig, die Spiralfedern zu beseitigen und den Achsstand wesentlich zu vergröfsern, um den erwünschten Zweck zu erreichen. Als Ersatz für die Spiralfedern kamen nur Blattfedern von grofser Länge in Frage. Eine Verbesserung der bekannten Drehgestelle konnte nicht zum Ziele führen. Das meist neben dem amerikanischen gebräuchliche Drehgestell besitzt ebenfalls eine durch querliegende Blattfedern abgefederte an Querverbindungen des Rahmengestells aufgehängte Wiege. Gegen die Achslager ist es jedoch durch auf diese gelagerte Blattfedern abgefedert. Der Achsstand läfst sich bei dieser Bauart sehr grofs ausführen. Die Drehgestelle der früheren bayerischen Staatsbahn besitzen z. B. einen Achsstand von 3500 mm. Das Gewicht des Rahmens wächst jedoch mit zunehmender Länge erheblich. Eine Vergröfserung der Federlänge ist bei dieser Bauart nicht möglich, da kein Raum hierfür vorhanden ist.

Die Nachteile, die sich aus dem Aufbau des Rahmengestells ergeben, zeigen sich bei diesen Drehgestellen nahezu ebenso, wie bei dem amerikanischer Bauart.

Der neue Görlitzer Entwurf sieht längsliegende Wiegenfedern vor. Je zwei sind auf jeder Seite des Rahmens angeordnet worden. Auf diese Weise wurde es möglich, eine äufserst einfache Aufhängung der Wiege, die, wie Abb. 18 zeigt, nicht aus zwei Balken, sondern aus einem aus Blechen und Walzeisen zusammengesetzten Brückenträger besteht, zu schaffen.

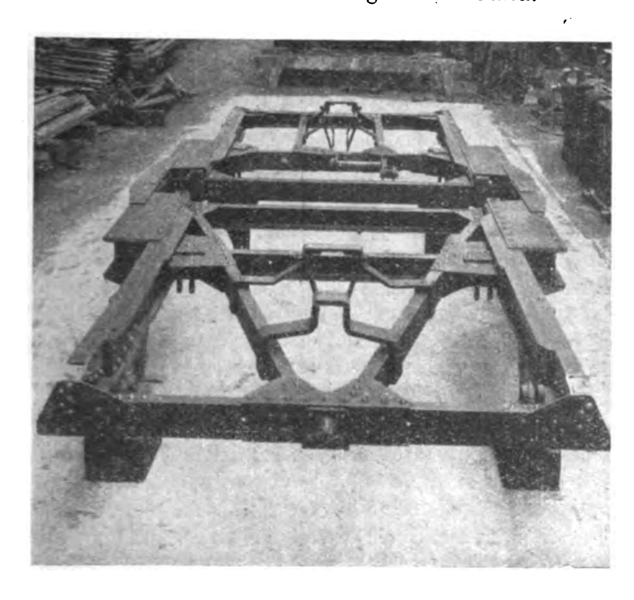
Abb. 18. Görlitzer Drehgestell; Wiege.



Über die Bunde der beiden Federn wurde ein Querhaupt gelegt. Auf diesem ruht der an beiden Enden mit einem Bund versehene Tragbolzen, über den an beiden Enden die Pendel gehängt werden. Diese Aufhängung ist aufserordentlich einfach und trotzdem sehr zuverlässig. Verschraubungen, Splinte, Unterlagscheiben usw. sind nicht mehr vorhanden. Der Bolzen wird einfach von oben aufgelegt und die Pendel werden übergehängt. In Ruhelage hängen die Pendel senkrecht. Die Othegravensche Aufhängung ist sinngemäfs angewendet worden. Sie konnte aber wesentlich vereinfacht werden. Bei den bisherigen Drehgestellbauarten hingen die Pendel je für

sich an einzelnen Bolzen, die unabhängig voneinander an Querverbindungen befestigt waren. Bedingung für ein gutes Arbeiten der Othegravenschen Aufhängung ist aber, dafs die Achsen der Hängebolzen genau gleichlaufend sind. Othegraven sieht deshalb eine kugelartige Lagerung der Bolzen vor, die ein selbsttätiges Einstellen in genau gleicher Richtung gewährleistet. Beim Görlitzer Drehgestell hängen zwei Pendel aber auf demselben Bolzen, der ohne Schwierigkeit genau senkrecht zur Schwingungsebene gelegt werden kann. Die Bedingung für gute Wirkung ist also ohne jedes Hilfsmittel erfüllt.

Abb. 19. Görlitzer Drehgestell: Rahmen.



Die Wiege hängt auf Schneiden, die in Langlöcher der Pendel eingehängt sind. Eine Höheneinstellung an den Pendeln ist nicht vorgesehen. Also auch die Aufhängung ist erheblich einfacher als bisher und doch vollkommen sicher.

Die Wiegenfedern sind an Querträgern des Rahmengestells aufgehängt. An denselben sind die Träger, an denen die auf den Achslagern zwecks Abfederung des Rahmens liegenden Blattfedern angehängt sind, befestigt. Die Mitte zwischen zwei Wiegenfedern liegt in derselben Ebene wie die Schwerlinie des Achsfederträgers. Die Lastübertragung von der Wiege bis zu den Achslagern ist mithin die denkbar günstigste. Infolgedessen kann der Rahmen sehr leicht ausgeführt werden. Nur bei Federbruch legt sich der Wagenkasten in der Mitte auf den Rahmen auf. Für diesen seltenen Fall kann aber eine höhere Beanspruchung als üblich zugelassen werden. Es ist also möglich, einen sehr grofsen Achsstand und lange Federn vorzusehen, ohne das Gewicht gegenüber dem amerikanischen Drehgestell wesentlich zu vergröfsern. Bei der in Seddin ausgestellten Ausführung beträgt das Gewicht bei einem Achsstand von 3600 mm und einer Federlänge von 2100 mm nur 6820 kg. Es ist also nur unwesentlich gröfser als das eines amerikanischen Drehgestells, das mit einem Achsstande von 2150 mm für einen gleichartigen Wagen etwa 6500 kg beträgt. Das Gewicht von anderen Drehgestellen mit 3,6 m Achsstand würde für gleiche Lastverhältnisse erheblich gröfser sein.

Der Aufbau des Rahmens ist aufserordentlich einfach. Er ist aus Abb. 19 zu ersehen. Er ist ausschliefslich aus in den Dinormen vorgesehenen Blechen und Walzeisen zusammengesetzt. Alle Teile sind gerade. Prefsteile und Gufsstücke sind fast vollständig vermieden. Die Abmessungen sind mit denen, die für den Bau des Wagenkastens und Untergestells benötigt werden, in Übereinstimmung gebracht worden. Herstellung und Unterhaltung sind mithin wesentlich einfacher und billiger. Unter gleichen Voraussetzungen für Herstellung und Beschaffung ist das Görlitzer Drehgestell heute etwa 12 v. H. billiger als das amerikanische Einheitsdrehgestell der Deutschen Reichsbahn.

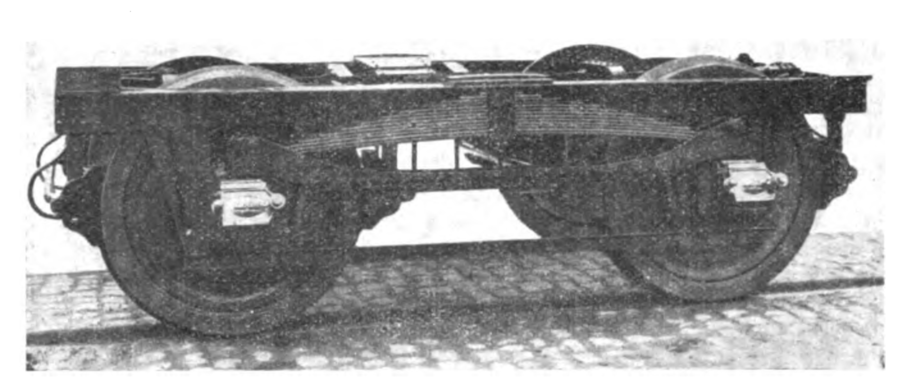
Um die Wiegenfedern in ihrer günstigsten Lage unterbringen zu können, konnten die äufseren Langträger nicht mehr gerade durchgeführt werden. Sie mufsten in Achshalterträger und eigentliche Langträger aufgelöst werden. Hiermit wurde gleichzeitig erreicht, dafs die Länge der Wiege vergröfsert und die Gleitstücke, die den Wagenkasten abstützen, weiter nach aufsen gelegt werden konnten. Für den Lauf des Wagens ist dies deshalb vorteilhaft, weil die seitlichen Schwankungen des Kastens gemildert werden.

Die Bremsklötze können beim Görlitzer Drehgestell in kürzester Zeit, ohne den Wagen dem Betriebe zu entziehen, ausgewechselt werden. Alle Federn sind einzeln nachstellbar.

Der erste mit Görlitzer Drehgestellen ausgerüstete D-Zugwagen ist seit Januar 1924 im Betrieb, drei weitere seit Juni. Die bisherigen Erfahrungen zeigen bereits, dafs die Erwartungen voll erfüllt werden können. Bei richtiger Bemessung der Federn wird der weiche Lauf des amerikanischen Drehgestells erreicht. Die diesem anhaftenden Nachteile sind beseitigt worden, ohne dafs hierdurch andere Fehler geschaffen wären.

Der vierachsige Nebenbahnwagen der Deutschen Reichsbahn (Nr. 13 der Übersicht 1) besitzt ein Drehgestell das sich in längerem Betriebe bewährt hat. Es ist in Abb. 20 dargestellt. Zweck seines Entwurfes war, seiner Verwendung entsprechend ein besonders leichtes Drehgestell mit kleinem Achsstand zu schaffen. Die Wagen laufen mit geringer Geschwindigkeit auf Strecken mit besonders zahlreichen Krümmungen von kleinem Halbmesser und mit vielen starken Steigungen. Auf die Wiege konnte verzichtet werden. Der Achsstand beträgt 2000 mm. Der Wagenkasten ruht mit der Drehpfanne auf dem festen Hauptquerträger des Drehgestellrahmens Er ist seitlich mit Rollen auf dem Drehgestellrahmen geführt*).

Abb. 20. Nebenbahndrehgestell der Deutschen Reichsbahn.



Auch bei diesem Drehgestell bestand das Bestreben, um den Lauf ohne Verwendung von Wickelfedern so weich wie möglich zu machen, Blattfedern von grofser Länge anzuordnen. Sie sind 2000 mm lang. Auf jeder Seite ist eine vorgesehen. Sie ruhen an den freien Enden unmittelbar auf den Achslagern. Der Drehgestellrahmen stützt sich auf die Bunde der Tragfedern. Gegen Kippen ist das Drehgestell federnd abgefangen. Auf eine zweite Federung ist verzichtet worden. Der Lauf der Wagen ist bei den in Frage kommenden Strecken und Geschwindigkeiten befriedigend.

*) Vergl. Fufsbemerkung auf Seite 28.

Zwei der ausgestellten Kleinbahnwagen (Nr. 14 und 15 der Übersicht 1) besitzen Drehgestelle amerikanischer Bauart (Diamond). Die Seitenträger sind in bekannter Weise aus Flacheisen zusammengesetzt. An den Querverbindungen ist eine Wiege mit zwei Doppelblattfedern auf jeder Seite aufgehängt. Für die einfachen Verhältnisse, für die derartige Wagen bestimmt sind, scheint die Ausführung der Drehgestelle den Ansprüchen zu genügen. Auffallend ist die Verwendung einer Wiege bei der sonst so einfachen Ausgestaltung und insbesondere gegenüber der etwas unzureichend erscheinenden senkrechten Abfederung.

Nach anderen Grundsätzen sind die Drehgestelle des in Abb. 15 dargestellten Kleinbahnwagens (Nr. 16 der Übersicht 1) gebaut. Auf eine Wiege ist verzichtet worden, was bei den vorliegenden Verhältnissen zweifellos gerechtfertigt erscheint. Dagegen ist auf eine gute Abfederung der senkrechten Lasten grofser Wert gelegt worden. Die seitlichen Langträger des Rahmengestells sind aus Blechen hergestellt worden. Querträger, Schrägstreben usw. bestehen aus Walzeisen. Der Achsstand beträgt 1400 mm. Der Rahmen ist auf die Achslager mit 900 mm langen achtlagigen Blattfedern gelagert. Zwischen diesen und der Aufhängung sind Spiralfedern angeordnet worden.

Eine vollständig neuartige Ausführung eines Drehgestells wurde im Modell vorgeführt. Alle bisher üblichen Abfederungen hatten den Nachteil, dafs die Beanspruchung des Federstahls bei leerem und belastetem Wagen grofse Unterschiede aufweist. Bei Wagen mit grofsem Eigengewicht und verhältnismäfsig geringer Nutzlast z. B. Schlaf- und D-Zugwagen macht sich dieser Mangel weniger bemerkbar, da die Unterschiede nicht allzu erheblich sind. Anders aber bei Wagen, die bei einfacher Ausstattung und grofsem Fassungsraum ein im Verhältnis zur vollen Last sehr geringes Eigengewicht haben wie Wagen für Stadtbahnen und für grofsstädtischen Vorortverkehr. Die Federung mufs naturgemäfs für die gröfste Last berechnet werden. Infolgedessen laufen derartige Wagen entsprechend der niedrigen Federbeanspruchung bei kleiner Belastung härter als bei Vollast. Um diesem Übelstande abzuhelfen hat Direktor Kreissig der Waggonfabrik Uerdingen (Rhein) den in Abb. 7 bis 10, Taf. 3 dargestellten Vorschlag für die Wiege eines Drehgestells mit veränderlicher Abfederung gemacht. An den Drehgestellrahmen sind die Lenker a und an diesen die Lenker b und c angebracht. An letzteren ist die Feder f gelenkig eingehängt. Der Mittelteil dieser Feder stellt einen Träger gleicher Festigkeit dar*). Die Feder ist in bezug auf Wirkungsweise und gleichmäfsige Beanspruchung jeder anderen Blattfeder überlegen. Bei Mittelbelastung ist sie weich, bei einseitiger Belastung jedoch dreimal härter, so dafs sie eine weiche Abfederung gestattet, jedoch eine übermäfsige Schrägstellung des Kastens verhindert. Die zu übertragende Last wird durch die Pendel d, die an die Wiege angelenkt sind, an zwei Punkten auf die Federn übertragen. Je nach Durchbiegung der Federn ändert sich der wirksame Hebelarm L, $L_1$ derart, dafs bei jeder Belastung eine gleiche Abfederung gewährleistet wird.

Wie erwähnt, kann die vorgeschlagene Bauart insbesondere für Wagen, die dem Massenverkehr dienen, eine grofse Bedeutung erlangen. Deshalb hat die Deutsche Reichsbahn von der Waggonfabrik Uerdingen (Rhein) einen Triebwagenversuchszug für die elektrische Berliner Stadt- und Vorortbahn bauen lassen, der mit Drehgestellen mit der von Kreissig vorgeschlagenen Wiegenabfederung ausgerüstet ist. Betriebserfahrungen liegen noch nicht vor, da der Zug erst kürzlich abgeliefert worden ist.

### 8. Neuerungen der Ausstattung.

Von den bisher nicht allgemein bekannten Neuerungen der Ausstattung, die in vorstehenden Erörterungen nicht erwähnt sind, da sie für Wagen jeder Bauart von Bedeutung sind, waren besonders bemerkenswert die herablafsbaren Fenster, die nach einem neuen Entwurf der Firma Julius Pintsch A. G., Berlin ausgeführt worden sind. Der von Wegmann, Cassel, ausgestellte Schlafwagen (Nr. 1 der Übersicht 1) war mit diesem Fenster, das in Abb. 4 bis 7, Taf. 4 dargestellt ist, ausgerüstet. Es soll durch seine äufserst zweckmäfsige Durchbildung die zahlreichen Mängel, die allen bisher bekannten Bauarten herablafsbarer Fenster anhaften, beseitigen. Der Rahmen wird in einem geraden Fensterlauf geführt. Riemen oder Gurte sind nicht vorhanden. Durch eine sinnreiche Vorrichtung wird eine sichere Feststellung in jeder Höhenlage erreicht. Die untere Leiste des Rahmens hat in ganzer Breite eine nach aufsen vorstehende Übersetznase. An ihr sind zwei geschlitzte Mitnehmerbleche und ein hakenförmiges Auslöseblech angebracht. Der Rahmen wird durch einen ganz aus Holz hergestellten Druckrahmen angeprefst. Dieser hängt oben an zwei Doppelgelenkbändern und wird durch Schraubenfedern herabgedrückt. In der Mitte der unteren Querleiste ist der Druckrahmen mit einem Hebelwerk versehen. Letzteres besteht aus einem Bock, der an einer Winkelschiene angeschraubt ist. Die Winkelschiene ist in Brüstungshöhe in die innere Wandverschalung eingelassen und an den Enden mit den Fenstersäulen verschraubt. An den Bock ist ein Handgriff angelenkt, der einen Kulissenstein trägt. Unter der unteren Druckrahmenquerleiste ist ein abgebogenes Blech angeschraubt, auf dessen wagrechtem Führungsstift der durch eine Schraubenfeder einseitig belastete Kulissenstein geführt wird. Aufserdem ist noch ein Wechselhebel vorgesehen, dessen Wirkung weiter unten noch erläutert wird.

Durch den Handgriff wird der Druckrahmen angehoben und unter Mitwirkung der oberen Doppelgelenkbänder in seiner ganzen Höhe von der Fensterebene abgezogen. Ist das Fenster geschlossen, so greifen zwei an der Unterleiste des Druckrahmens befindliche Blechwinkel in Schlitzbleche, die am Fensterrahmen befestigt sind, ziehen ihn von der Brüstungsleiste ab, so dafs das Fenster in den Schacht hinabgleitet.

Für Fenster mit einer Breite bis 600 mm wird ein Ausgleich des Gewichtes nicht mehr vorgesehen, da er entbehrlich ist. Um das Fenster vor zu schnellem Herabfallen zu schützen, ist die in Abb. 7, Taf. 4 dargestellte Fangvorrichtung, die auf einfache und doch zuverlässige Weise wirkt, vorgesehen. Das Fenster wird so abgebremst, dafs es in jeder Lage stehen bleibt und durch leichten Druck gesenkt werden kann. An der Grundplatte der Fangvorrichtung ist ein mit zwei geneigt angeordneten Schlitzlöchern versehener Hebel angelenkt, dessen unteres Ende durch eine Schraubenfeder nach der Fensterebene zu bis gegen einen Anschlag an der Grundplatte gedrückt wird. In den beiden Schlitzlöchern ist eine mit Zapfen versehene Rolle gelagert, die sich frei auf- und abwärts bewegen kann. Diese Rolle legt sich in ihrer tiefsten Stellung gegen den Fensterrahmen und prefst ihn gegen eine Seite des Führungsfalzes, entsprechend der Spannung der Schraubenfedern. Wird das Fenster geschlossen, so lösen sich die Bremsvorrichtungen beim Anheben dadurch, dafs die Rollen in den Schlitzen des Hebels nach oben rollen. Das Fenster läfst sich also leicht ohne Reibung heben. Kurz bevor das Fenster in seiner Schliefsstellung über die Brüstungsleiste übersetzt, wird die Griffmuschel des Hebelwerks durch das an der Unterleiste des Fensterrahmens angebrachte Winkelblech durch den bereits erwähnten Wechselhebel ausgelöst und der Druckrahmen legt sich fest an den Fensterrahmen an, nachdem er sich gesenkt hat.

Der Fensterrahmen kann aber auch in jeder Stellung durch den Druckrahmen angeprefst werden, wenn der Muschelgriff des Hebelwerks nach oben gedreht wird. Durch Anlegen des Druckrahmens wird das Fenster vollkommen festgestellt, so dafs ein Klappern ausgeschlossen ist. Der Druckrahmen und die nach aufsen liegenden Flächen des Führungsfalzes

*) Siehe Glasers Annalen Nr. 1134 vom 15. September 1924.

werden mit Tuchstreifen beklebt. Hierdurch wird eine sehr gute Abdichtung erreicht.

Fenster mit einer gröfseren Breite als 600 mm erhalten die beschriebene Fangvorrichtung nicht. Ihr Gewicht wird durch die in Abb. 8, Taf. 4 dargestellte, von der Firma Wegmann, Cassel, vorgeschlagene Einrichtung ausgeglichen. Wegen des grofsen Gewichtes dieser Fenster ist ein derartiger Ausgleich nötig. Gegenüber anderen, bisher ausgeführten, diesem Zweck dienenden Vorrichtungen zeichnet sich die dargestellte durch Einfachheit und doch gröfste Sicherheit aus. Der Ausgleich ist unabhängig von einer Federspannung. Er ist in jeder Stellung von gleicher Gröfse. Der grofse Durchmesser der Rollen läfst die Verwendung sehr starker Seile, deren Beanspruchung sehr günstig ist, zu. Wegen seiner Lage über der Fensterbrüstung ist das Gewicht jederzeit leicht zugänglich.

Von anderen Neuerungen in der Ausstattung ist noch der für Schiebetüren neuerdings mit bestem Erfolge verwendete in Abb. 9 und 10, Taf. 4, dargestellte Kugelrollenlauf der Dowaldwerke, Bremen, zu erwähnen. Die Rollenachse, die mit der Rolle aus einem Stück hergestellt ist, ist beiderseits auf Kugeln gelagert und in einem geschlossenen mit der Tür verschraubten Gehäuse gelagert. Sie läuft sehr leicht. Gegen alle schädlichen Einflüsse von aufsen ist die Kugellagerung gut geschützt. Die Ausführung ist sehr leicht und billig. Eine Wartung ist nicht erforderlich. Wird die Lagerung mit gutem Starrfett eingefettet, so ist anzunehmen, dafs die Laufzeit unbegrenzt ist. Der Einflufs von Seitendrücken ist ausgeschaltet. Die Tür hängt stets senkrecht. Ein Verkanten, Klemmen oder Ecken kann nicht eintreten, da die Tür um den Auflagepunkt auf der Laufschiene querbeweglich ausschwingen kann, soweit sie nicht durch Führungsschienen oder andere Bauteile begrenzt wird. Die Bauhöhe ist gering, der Einbau sehr einfach.

Die Schiebetüren der ausgestellten D-Zugwagen waren mit Dowald Kugelrollenlager ausgerüstet. Sämtliche Schiebetüren der für die elektrische Berliner Stadtbahn bestimmten Triebwagenzüge und der Einheitsdurchgangswagen der Deutschen Reichsbahn besitzen Dowald Kugelrollenlauf. Ebenso ist bereits eine gröfsere Anzahl Gepäckwagen und bedeckte Güterwagen damit ausgerüstet.

Erwähnenswert ist noch die Dampfheizung Bauart Pintsch, mit der sechs von dreizehn mit Dampf geheizten Wagen ausgerüstet waren. Von den übrigen besafsen zwei Friedmannheizung und fünf die veraltete Hochdruckheizung. Die Pintschheizung ist in Nr. 9 vom 15. September 1923 dieser Zeitschrift ausführlich beschrieben worden*). Deshalb sollen hier nur kurz ihre wesentlichen Vorteile angegeben werden. Die Pintschheizung ist eine sich selbst regelnde Umlaufdampfheizung. Sie ist für alle Wagenarten verwendbar. Sie arbeitet unabhängig vom Druck in der Hauptleitung. Für die Heizleistung ist es gleichgültig, ob der Hauptleitungsdruck 0,3 oder 4 at beträgt.

Der Dampfverbrauch ist sehr gering. Für jeden Wagen wird nur an einer Stelle selbsttätig die für die gewünschte Erwärmung des Wagens erforderliche Dampfmenge aus der Hauptleitung entnommen.

Die Dampfentnahme wird durch einfache Leitungsrohre geregelt, die in das Rohrnetz eingeschaltet sind und durch die der Dampf zuletzt strömt. Diese Rohre wirken bei ihrer Erwärmung durch ihre Ausdehnung drosselnd auf ein Ventil im Dampfeinlafsregler. Gegen äufsere Einflüsse empfindliche Teile, wie Sperrflüssigkeiten (Quecksilber) oder Membrane usw. sind nicht vorhanden. Infolge der selbsttätigen Regelung ist eine Einstellung der Heizung in den Abteilen nicht mehr erforderlich. Sehr angenehm wirkt die Heizung deshalb, weil der Druck in den Heizkörpern sehr gering, die Temperatur an ihren Wandungen deshalb niedrig ist.

Mit der Pintschheizung in Verbindung mit den Pintsch-Metallkugelgelenk-Röhrenkupplungen**) läfst sich ein D-Zug von 15 Wagen oder ein Personenzug von 22 Wagen vollkommen gleichmäfsig von der Lokomotive aus heizen.

Von den sonstigen Neuerungen waren besonders bemerkenswert die Bremsen und die Zug- und Stofsvorrichtungen. Auf dieses umfangreiche Gebiet kann im Rahmen dieses Aufsatzes jedoch nicht eingegangen werden, insbesondere auch deshalb, weil das meiste, was darüber zu berichten ist, auch für Güterwagen von Bedeutung ist.

*) Siehe auch Glasers Annalen, Jahrgang 1924, Heft 1124.
**) Glasers Annalen, Jahrgang 1919, Heft 1009.

## Gleisumbau auf gewalzter statt gestampfter oder unterkrampter neuer Schotter-Bettung.

Von Oberregierungsbaurat a. D. **Wöhrl**, Nürnberg.

In den letzten Jahren wurden im bayerischen Netz der Deutschen Reichsbahn nach dem Vorgange anderer Länder Versuche gemacht, bei Gleisumbauten der Hauptbahnen — statt des bisherigen Verfahrens, das verlegte Gleis mit der Stopfhacke zu stopfen bzw. durch die Baulokomotiven die Bettung zu dichten — die Bettung zu stampfen und auf diese die Schwellen ohne weitere Stopfarbeit zu verlegen.

Die Ausführung erfolgte in der Weise, dafs nach Abhub der alten zu erneuernden Bettung der Bahnkörper eingeebnet und überstampft, hierauf die neue Bettung (Schotter) in etwa drei Lagen bis auf Schwellenunterkante eingestampft und schliefslich das neue Gleis verlegt, ausgerichtet und eingebettet wurde. Zum Stampfen wurden alte Wagenpuffer verwendet.

Nach den bisherigen Beobachtungen können diese Versuche noch nicht als abgeschlossen gelten.

Die Gruppenverwaltung Bayern ordnete deshalb an, weitere Versuchsstrecken anzulegen und die Beobachtungen gegenüber einer gleichlangen, anschliefsenden Vergleichstrecke im gewöhnlichen Stopfverfahren zu erweitern und fortzusetzen.

Der alte Grundsatz, dafs Maschinenkräfte billiger und zuverlässiger als Menschenkräfte sind einerseits, andrerseits die Überlegung, dafs bei Gleisumbauten früher in der Hauptsache den Lokomotiven und Wagen, die zuerst das neu verlegte Gleis befuhren, das »Stampfen« der lockeren Bettung überlassen wurde und erst danach die saubere Regulierung mittels der Stopfhacke erfolgte, veranlafste mich den Versuch zu machen, die Bettung eines Holzoberbaues zu walzen, statt zu stampfen.

Begünstigt wurde der Versuch dadurch, dafs das umzubauende Gleis der Doppelbahn aufser Betrieb gesetzt werden konnte.

Die 1 km lange Versuchsstrecke liegt auf leichtem Sandboden, in Steigungen von 1 : 287 und 1 : 260, $^1/_3$ der Länge in einer Krümmung mit 900 m Halbmesser und $^2/_3$ in der Geraden.

In Verwendung stand eine Dampfstrafsenwalze mit 8 Tonnen Betriebsgewicht.

Der Arbeitsvorgang war folgender:

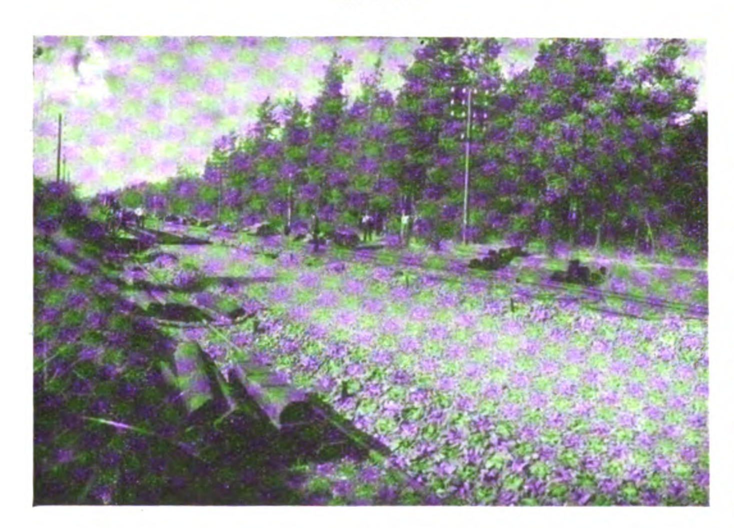
Das Gleis wurde nach Höhe und Richtung neu abgesteckt. In Abständen von etwa 3 m wurden zu beiden Seiten der Gleisachse unter Berücksichtigung der Überhöhungen und Überhöhungsrampen Höhenpfähle angebracht. Nach Abhub der alten, unbrauchbaren Bettung und Einebnen des Bahnkörpers wurde eine Schicht Schotter mit etwa 15 cm Stärke eingebracht und festgewalzt (Abb. 1). Sodann kam eine zweite Schicht mit ungefähr gleicher Stärke zur Einbettung, die auf Höhe der Schwellenunterkante eingewalzt wurde (Abb. 2). Tiefere Stellen wurden durch Nachstreuen von Schotter und Nachwalzen ausgeglichen. Das Bestreben, das Schotterbett in Schwellenmitte etwas tiefer zu halten um ein »Reiten« der

Schwellen zu vermeiden, stiefs zunächst auf Schwierigkeiten. Es sollte zuerst dadurch erreicht werden, dafs das Schwellenlager unter den Schienen auf etwa 80 cm Breite mit einem Kleingeschläge von 25—30 mm Korngröfse aufgeschüttet und abgeglichen würde. Die gewalzte Oberfläche war aber so tadellos eben und fest, dafs hiervon Abstand genommen und dafür die Bettungsmitte durch Einbringen einer geringeren Schotterschicht tiefer eingewalzt wurde.

Abb. 1.



Abb. 2.



Die gröfste Schwierigkeit verursachte die grofse Verschiedenheit in der Stärke der angelieferten Schwellen. Diese mufsten genau ausgesucht und in Gruppen von 1 cm Höhenunterschied verlegt werden. Voraussetzung für eine »Walzung« ist, dafs genau gleich hohe Schwellen angeliefert werden.

Nach vollständiger Herstellung der Schwellenlagerfläche wurde das neue Gleis verlegt und eingebettet (Abb. 3). Eine Nacharbeit wurde nicht vorgenommen. Kleinere Unebenheiten in der Höhenlage, die auch beim sorgfältigsten Walzen nicht zu vermeiden sein werden, die aber immerhin höchstens 1—2 cm betrugen, liefs man absichtlich bestehen, um die tadellos gewalzte Fläche nicht zu verletzen und das Gefüge der gewalzten Bettung nicht zu verändern. Jede Schotterschichte wurde solange gewalzt bis die Oberfläche ganz eben war und infolge der fortschreitenden Zusammendrückung der ganzen Bettung die oberen Schottersteine (Basalt) zu brechen begannen. Bemerkenswert ist, dafs die Schotterschichte auf Sandboden nach den Beobachtungen nicht unter 15 cm betragen darf, da andernfalls sich der Sand durchdrückt und mit dem Schotter vermengt.

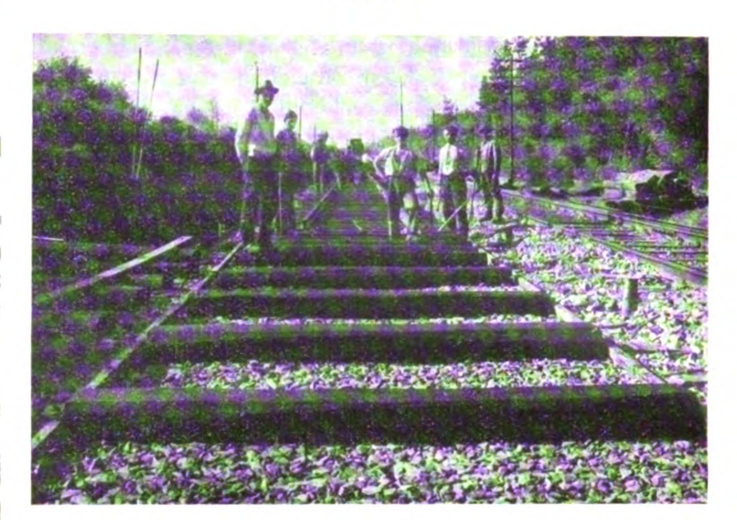
Das Schotterbett wurde jeweils auf eine Breite bis 10 cm über den Schwellenkopf hinaus gewalzt. Hierbei bildete sich bei der ersten gewalzten Schicht auf der Fufsbankseite ein kräftiger Wulst, beim Walzen der zweiten Schicht wurde dieser Wulst wesentlich kleiner und es erfolgte kein seitliches Ausweichen mehr (siehe Abb. 1 und 2).

Die Inbetriebnahme des Gleises erfolgte am 22. Juli 1924, der Umbau der 1 km langen Strecke erforderte 20 Arbeitstage, die Walzung selbst 100 Stunden.

An Personal waren vorhanden: 2 Partieführer, 1 Maschinist, 28 Hilfsarbeiter.

Das Gleis fährt sich bis heute gut und liegt ruhig. Nacharbeiten wurden nicht nötig und es steht fest, dafs die bei Gleisumbauten sonst fast regelmäfsig notwendige Nachregulierung vor dem Winter nicht notwendig war, was als wirtschaftlicher Vorteil angesprochen werden mufs. Nach den ausgeführten Höhenmessungen ist bis heute eine erhebliche Veränderung am Gleis trotz der täglich verkehrenden 30 Züge nicht feststellbar.

Abb. 3.



Nach den durchgeführten Höhenmessungen beträgt die Einsenkung des Gleises in der Walzstrecke seit August bis heute fast gleichmäfsig 15 mm. Eine Nachregulierung hat in dieser Zeit nicht stattgefunden.

Zum Vergleich wurden die gleichen Messungen auch in der mit der Hacke gestopften 1 km langen Anschlufsstrecke durchgeführt. Die Einsenkung dieses Gleises war allerdings bis heute nicht wesentlich gröfser und betrug durchschnittlich 15—20 mm, sie war aber viel ungleichmäfsiger und es mufs berücksichtigt werden, dafs dieses Gleis in den ersten zehn Tagen der Inbetriebnahme ständig nachreguliert und auf die plangemäfse Höhe gebracht wurde, die Senkung gegenüber dem Zustand vor der Inbetriebnahme — nur so ist ein Vergleich zutreffend — also wesentlich höher angenommen werden mufs.

Die Arbeiten wurden durch einen Unternehmer mit den gleichen Stundeneinheiten, wie beim Stopfverfahren und in der gleichen Zeit ausgeführt. Der Unternehmer erhielt für seine Leistungen: Abbruch und Abfuhr des alten Gleises, Abhub und Abfuhr der alten Bettung, Entladen, Einbringen und Festwalzen der neuen Bettung, Verlegen und Einbetten des neuen Gleises im Durchschnitt neun Stunden für den laufenden Meter.

Die Bahnmeisterei hatte vorher die Oberbaustoffe verteilt, die Einrichtungen für den eingleisigen Betrieb ausgeführt und zu den Vertragsarbeiten die Aufsichtsorgane für die Sicherheit

der Arbeiter und des Betriebs gestellt. Nach Hinzurechnung der Leistungen der Bahnmeisterei und unter Berücksichtigung der geleisteten Zuschläge zu den Unternehmerlöhnen für soziale Lasten und Verdienst errechnen sich die Herstellungskosten für einen laufenden Meter Gleisumbau mit vollständiger Bettungserneuerung (ausschliefslich der Oberbaustoffkosten) im Walzverfahren auf rund 1,7 Bahnarbeitertagwerke. Der Schotterbedarf war etwa 10% gröfser als beim Stopfverfahren.

Als vorläufiges Gesamturteil ergibt sich: da das Walzverfahren ungefähr die gleichen Kosten wie das Stopfverfahren erforderte, ferner die gleiche Arbeitszeit nötig war und schliefslich die Senkung des Gleises während des Betriebes in beiden Fällen nahezu die gleiche ist, kann als wirtschaftlicher Vorteil zunächst nur der Umstand gebucht werden, dafs erst in einem späteren Zeitraum als dies bei gestopften Gleisen üblich ist, eine Nachregulierung notwendig wird, ferner eine wesentlich gleichmäfsigere Dichtung wie bei gestopften Gleisen erzielt und voraussichtlich eine zweckmäfsigere und billigere Nachregulierung durch Einschütten von Grus unter die Schwellen möglich wird. Möglich ist, dafs bei gröfserer Erfahrung des Unternehmers und durch Verwendung von Spezialwalzen mit leicht beizubringenden Betriebsstoffen (Benzin, Benzol etc.) eine weitere Verbilligung und Beschleunigung der Arbeit erzielt wird.

Es erscheint wünschenswert, dafs auch von anderer Seite die Versuche fortgesetzt werden, um ein endgültiges Urteil darüber zu gewinnen, ob das Walzverfahren dem bisher üblichen Dichten der Bettung durch die Lokomotive wirtschaftlich wesentlich überlegen ist.

# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

## Bahn-Oberbau.

### Neue Ziele der Bewirtschaftung des deutschen Oberbaues.

Über diesen Gegenstand hat Ministerialrat Kurth in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, Nr. 38 vom 20. September 1924 beachtenswerte Ausführungen gemacht, denen wir kurz folgendes entnehmen.

In der Gleisbewirtschaftung mufs mafsgebend sein, dafs das teuerste dann das billigste ist, wenn hierdurch ein Minderaufwand an Unterhaltungskosten erzielt oder die Erneuerung hinausgeschoben werden kann. Andererseits ist zu berücksichtigen, dafs eine gewisse Anzahl von ausgebildeten Arbeitskräften immer vorhanden sein mufs, und dafs die Lebensdauer der Baustoffe nicht über ein bestimmtes Mafs hinaus verlängert werden kann, wie dies besonders beim Schwellenmaterial durch die Witterungseinflüsse der Fall ist. Mehraufwendungen dürfen aber nicht gescheut werden, wenn es gilt, als unzweckmäfsig erkannte Anordnungen zu beseitigen.

Die Einführung von starken Eisenschwellen wurde in Preufsen dadurch erreicht, dafs wegen der kräftigeren Form an der Zahl gespart werden konnte. Auch der jetzt in Aussicht genommene Reichsbahnoberbau wird sich bei erhöhter Tragfähigkeit nicht höher stellen als jetzt bestehende Oberbauformen. Die einzelnen Teile des Oberbaues, besonders das Kleineisenzeug ist so auszubilden, dafs es bei zu grofser Abnutzung durch Aufarbeitung wieder verwendungsfähig gemacht werden kann. Durch richtige Bemessung kann dies bei Laschen, Klemmplättchen, Weichenzungen usw. nach Neubearbeitung erreicht werden, ohne dafs Neubeschaffung nötig wird. Lieferung der Stoffe von vorgeschriebener Beschaffenheit, plangemäfse und sorgfältige Unterhaltung und ständige Überwachung des Verbrauchs sind wichtige Punkte der Gleiswirtschaft.

Eine vollkommene Ausnützung der Stoffe ist nur möglich bei vollkommenem Verständnis des Unterhaltungspersonals bezüglich der Wirkung der einzelnen Teile und des Zusammenwirkens aller. Dieses Verständnis mufs geweckt werden durch Belehrung an Ort und Stelle, wo sich Mifsstände zeigen, und durch theoretische Unterweisung des Personals. Lichtbilder und Filme werden hier zweckmäfsig Verwendung finden. Der theoretischen und praktischen Fortbildung des Personals wird daher in Zukunft ein besonderes Augenmerk geschenkt werden müssen.

Die Benützung von Arbeitsmaschinen (Gleisstopfmaschinen, Schwellenbohrmaschinen usw.) hat gezeigt, dafs die Maschinenarbeit die Handarbeit an Güte übertrifft, wozu noch die Ersparung an Arbeitskosten kommt. Planmäfsigkeit der Arbeit wird die Wirtschaftlichkeit der Bauausführungen erhöhen. Durch die 1923 vorgeschriebene „Planmäfsigkeit der Gleispflege"*) soll erreicht werden, dafs die Gleise je nach der Stärke des Betriebs zwei und mehr Jahre unberührt liegen bleiben können. Als sehr wirtschaftlich hat sich das Aufpressen alter Oberbauteile bewährt, das der Abnützung des im Gleis liegenden Materials Rechnung trägt, während die sonst üblichen Blechbeilagen wegen des raschen Verschleifses unzweckmäfsig sind.

Besondere Beachtung verdient die Behandlung der Holzschwellen. Die Wirkung der Schwellentränkung kann erhöht werden, wenn schon vor der Tränkung die Bohrung der Schraubenlöcher vorgenommen wird, was in Zukunft entgegen den vielen jetzigen Oberbauformen bei der Verwendung des Reichsbahnoberbaues vereinfacht ist. Neben dem Vorteil der Imprägnierung der Schraubenlöcher werden die Arbeitskosten verringert und die Genauigkeit der Ausführung gegenüber der Vornahme an der Baustelle erhöht. Als gutes Mittel, Schwellen, die durch mechanische Abnützung stark mitgenommen sind, wieder brauchbar zu machen, haben sich im Gegensatz zu den Einschraubdübeln die Einschlagdübel bewährt, die an Ort und Stelle in die Schwelle eingetrieben werden können. Vorwiegend in Bayern wurde bisher das sogenannte Aufsattlungsverfahren nach Rambacher angewendet, das im Einschieben von Hartholzplättchen in die Weichholzschwelle besteht und welches das Schienenauflager nicht nur wieder brauchbar macht, sondern es auch härtet.

Die Bedeutung einer richtigen Gleiswirtschaft ergibt sich daraus, dafs der Anteil der Ausgaben für den Oberbau rund 11% der Gesamtausgaben der Betriebsverwaltung und rund 85% der für die Unterhaltung, Erneuerung und Ergänzung der baulichen Anlagen vorgesehenen Summe beträgt. Wa.

*) Organ 1923, Seite 187.

### Versuche der Einführung von Eisenbetonschwellen in Rufsland.

(Technika i Ekonomika 1924, Nr. 7. N. J. Nirkow)

Wer die Ablehnung, die die Eisenschwelle in Rufsland bisher gefunden hat und noch findet (vergl. Organ 1924, S. 263), kennt, wird erstaunt sein, zu erfahren, dafs Rufsland doch keineswegs so konservativ bei seiner Holzschwelle verharrt, wie wir anzunehmen geneigt sind, sondern dafs es schon eine ganze Reihe von Versuchen mit Eisenbetonschwellen gemacht hat und noch macht. Soviel mir bekannt, lagen im früheren Rufsland nur an einer Stelle Eisenschwellen bei Kielnaj in Polen. Der Grund, dafs hier Eisenschwellen verwendet wurden, mag in diesem ehemaligen Grenzbezirk wohl ein militärischer gewesen sein, da die Eisenschwellen nicht wie die Holzschwellen einfach von russischer Spur auf Regelspur umgenagelt werden können. Dafs Rufsland, das rund ein Drittel der Wälder der ganzen Erdkugel besitzt, sich trotzdem noch für etwas anderes als Holzschwellen interessiert, liegt einmal daran, dafs der Waldreichtum Rufslands ungleich verteilt ist und dafs die waldlosen Gebiete der Süd-, Jekaterinen-, Wladikawkas-, transkaukasischen, Taschkenter-, mittelasiatischen Bahnen u. a. sich wirtschaftlich, und weil dort keine Gefahr der Frosthügelbildung besteht, für Einführung der Eisenbetonschwelle eignen. Weiterhin ist zu beachten, dafs auch in Rufsland die Holzpreise steigen, während andererseits Rufsland, namentlich im Kaukasus, Stoffe besitzt, die sich für Herstellung von Eisenbetonschwellen eignen. Rufsland war vor dem Weltkrieg Hauptlieferant der ganzen Erde für Asbest. Gerade die Asbestonschwelle ist es denn auch, auf die sich verschiedene ältere und neuere Versuche mit Eisenbetonschwellen beziehen.

Die ersten Versuche machte Rufsland schon 1903 mit einer Eisenbetonschwelle Oldenberger in einer finnländischen Station mit ungünstigem Erfolg. Eine Eisenbetonschwelle, in der eine verkehrt mit dem Kopf nach unten gestellte Schiene einbetoniert

war, nach System Dolgow, wurde 1910/11 auf der Jekaterinenbahn ausprobiert. Asbestonschwellen nach System Wolle, aber anscheinend alle in Rufsland selbst hergestellt, wurden 1917 in Station Kaydakskaja der Jekaterinenbahn und 1916 von den Südostbahnen in Station Otroschka versucht. Einen neueren Versuch, dessen Ergebnis noch nicht vorliegt, machte 1922 die Jekaterinenbahn. Dafs die früheren Versuche mit Asbestonschwellen nicht entsprachen, wurde auf Mängel der russischen Schwellenherstellung zurückgeführt. Die Moskau-Windau-Rybinsker Bahn probierte 1913 und 1914 die Eisenbetonschwellen von Dyckerhoff & Widmann in Dresden, die Nikolajew- (jetzt Oktober-) Bahn 1912 Eisenbetonschwellen von der Form der italienischen und amerikanischen Bahnen. 1914 machte die Wladikawkasbahn Versuche mit Eisenbetonschwellen, die sang- und klanglos bis zum Jahre 1922 wieder aus dem Gleis verschwunden waren und 1921/22 verlegte die gleiche Bahn in Station Zaretschnaja 226 Stück Schwellen der Form Dyckerhoff & Widmann. 1912 wurden in Station Schorapan der transkaukasischen Bahn zwölf Stück Eisenbetonschwellen in russischer Regelspur und 25 Stück in Schmalspur verlegt. Die Schwellen waren nach französischem Muster von Ingenieur Melik-Aslanow geformt. Die ersteren zwölf Stück lagen anstandslos zehn Jahre, gingen aber im elften alle miteinander durch Auffrieren zu Grunde, da sie unglücklicherweise in der Nähe eines hydraulischen Aufzugs verlegt waren. Auf der Rjäsan-Uralbahn wurden 1919 in Station Kaschira im Saratower Hauptgleis, das mit grofser Geschwindigkeit befahren wird, 80 Eisenbetonschwellen, die von Ingenieur Fere den Wolle-Asbestonschwellen nachgebildet waren, verlegt, die aber vor allem infolge schlechter Behandlung bei der Verlegung und Gleisunterhaltung wieder verschwanden. Gleichwohl sprach sich die Bahn für die wirtschaftliche Bevorzugung der Eisenbetonschwelle aus, wobei sie allerdings bei ihren Berechnungen für die letztere 50 Jahre Lebensdauer in Anspruch nahm, während sie den hölzernen ungetränkten nur 4 Jahre zubilligte. Für Rufsland mit seiner vorzugsweisen Sandbettung, häufig gemischt mit Lehm, wo die getränkten Schwellen im Mittel 7,5, höchstens 9 Jahre aushalten und dann in der Regel wegen mechanischer Ausnützung unter den Schwellen herausgenommen werden, sei eine dauerhafte, schwere Schwelle mit zuverlässiger Schienenbefestigung besonders wichtig.

1920 verlegten die Südbahnen in der Station Sewastopol 34 Stück Eisenbetonschwellen, System Gorajskij, mit Abänderungen in der Form dem italienischen System Mazioni nachgebildet, und 1922 gar 950 Stück des gleichen Systems auf der Strecke Kursk—Dschankoi, die aber durchaus nicht entsprachen. Ein Gutachten hierüber von Ing. Boguslawsky hält im gegenwärtigen Zeitpunkt in Rufsland überhaupt den Übergang auf Eisenbetonschwellen in gröfserem Umfange für untunlich. Bei gegenwärtigen Verhältnissen ergibt die Wirtschaftsrechnung bei Holzschwellen 34—39 v. H. Ersparnis gegenüber Eisenbetonschwellen, aber in regelmäfsigen Verhältnissen könne die Eisenbetonschwelle sich sehr wohl für Bahnen durch waldlose Gebiete eignen.

Im Jahre 1922 verlegten die Südbahnen sogenannte wanderfreie Eisenbetonschwellen nach der Form eines Ingenieurs Küner. Die Schwellen hatten am Schienenauflager beiderseits kreuzförmige Ansätze, die mit einer ganz geringen Bettungszwischenschichte das Gleis in der Längsrichtung versteiften. An den Stöfsen, wo die Schwellen enger liegen, sind die Kreuzarme kürzer. Eine von Boguslaw aufgestellte theoretische Beurteilung der Künerschwelle lautet nicht günstig.

In Gesamtübersicht ist sonach festzustellen, dafs es sich hauptsächlich um drei Grundformen bei den in Rufsland mit Eisenbetonschwellen angestellten Versuchen handelt: erstens um solche mit Eisenbahnschienenbewehrung, zweitens um Eisendrahtbewehrung mit Holzklötzen und schliefslich um Eisendrahtbewehrung mit Asbesteneinlagen am Schienenauflager. Bei der ersteren Form wird Eisen unnütz vergeudet und sie wird daher als ungeeignet bezeichnet. Bei der zweiten Form ist die Befestigung der Schrauben und Nägel nicht völlig zuverlässig und die Betonumfassung der Holzeinlagen hält nicht. Auch müfste die Holzeinlage kräftiger als bisher gemacht werden. Dagegen setzt man auf die Asbestonschwelle, für die Rufsland auch Rohstoffe besitzt, alle Hoffnung. Bisher aufgetretene Mängel müfsten beim Entwurf neuer Asbestonschwellen vermieden bleiben und es müfste der Asbestonteil kräftiger gehalten werden. Vor allem ist die in Rufsland übliche Schwellenlänge von 2,45 bis 2,67 m ungenügend. Entsprechend dem breiteren russischen Profil wäre auf 2,7 bis 2,9 zu gehen. Wegen erhöhten Holzverbrauchs ist man bisher in Rufsland auf solche Längen nicht eingegangen. Die Erfahrung, z. B. nach den italienischen Schwellen, habe ergeben, dafs man bei den Eisenbetonschwellen, insbesondere im mittleren Teil, nicht auf möglichste Einsparung bedacht sein müsse, sondern im Gegenteil, man müsse der Schwelle behufs Erhöhung der Standfestigkeit und Dauerhaftigkeit ein möglichst grofses Gewicht bei richtiger Baustoffverteilung geben. Man dürfe den mittleren Schwellenteil nicht schwach halten, denn die Erfahrung habe durch Risse, die an den mittleren Schwellenteilen auftraten, gezeigt, dafs auch diese Teile sehr beansprucht seien. Bekanntlich wird diese russische Auffassung nicht allgemein geteilt und sie wird dadurch, dafs man dem mittleren Schwellenteil nur bestimmte Aufgaben zuweist, wohl auch beeinflusst.

Die Anwendung von Eisenbetonschwellen wird in Rufsland im allgemeinen da für vertretbar gehalten, wo das Holz von weit her gefahren werden mufs. Vielfach findet sich aber gerade an solchen Orten Zement, Eisen und Asbest, wie z. B. im südlichen Streifen Rufslands, im Kaukasus und teilweise auch in Turkestan, wo aufserdem auch noch das feuchtwarme Klima den Eisenbetonschwellen günstig ist. Die Holzpreise gehen in Rufsland ständig in die Höhe, z. B. in Poljesje kostete 1887 eine Föhrenschwelle noch 20 Kopeken, 1912 schon 1 Rubel 10 Kopeken, was eine jährliche Zunahme von 3,6 Kopeken bedeutet usw. Auch die Tränkungskosten steigen von Jahr zu Jahr. Wenn man der Holzschwelle 8jährige und der Eisenbetonschwelle 32jährige Dauer zuschreibt, so kommt für russische Verhältnisse in der Wirtschaftsrechnung die letztere Schwelle schon um etwa 6,5 v. H. billiger bei Annahme eines Herstellungspreises von etwa 5 Rubel für die Schwelle.

Die augenblicklichen Verhältnisse sind in Rufsland allerdings der Eisenbetonschwelle nicht günstig; die Holzschwelle ist zurzeit sehr billig, während die wirtschaftlichen Voraussetzungen und die Verhältnisse für massenweise Herstellung von Eisenbetonschwellen nicht gegeben erscheinen. Aber die Eisenbetonschwelle wird in gewissem Umfange kommen und dieser notwendigen Neueinstellung möchte Rufsland nicht ohne entsprechende Erfahrungen gegenüberstehen.

Dr. Saller.

## Lokomotiven und Wagen.

### Neuartige Versuchsfahrten mit einer 1D1-h3 Lokomotive der Südmandschurischen Bahn.

(Railway Age 1924. 2. Halbj., Nr. 17.)

Die Lokomotive ist von der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft gebaut und hat folgende Hauptabmessungen:

| | |
|---|---|
| Kesselüberdruck p | 12,6 at |
| Zylinderdurchmesser d | 3 × 572 mm |
| Kolbenhub h | 660 " |
| Kesseldurchmesser innen (vorn) | 2032 " |
| Feuerbüchse: Länge × Weite | 2899 × 2140 " |
| Heizrohre, Anzahl | 245 Stck. |
| " Durchmesser | 51 mm |
| Rauchrohre, Anzahl | 42 Stck. |
| " Durchmesser | 136,5 mm |
| Rohrlänge | 5639 " |
| Heizfläche der Feuerbüchse samt Tragrohren | 20,3 + 2,7 = 23,0 qm |
| " der Rohre | 220 + 101 = 321,0 " |
| Heizfläche des Überhitzers | 88,0 qm |
| " — im Ganzen — H | 432,0 " |
| Rostfläche R | 6,2 " |
| Durchmesser der Treibräder D | 1372 mm |
| " " Laufräder . . . vorn 845, hinten | 1118 " |
| Achsstand der Kuppelachsen | 4572 " |
| Ganzer Achsstand der Lokomotive | 10414 " |
| " " " " (einschl. Tender) | 19082 " |
| Reibungsgewicht $G_1$ | 88,2 t |
| Achsdruck der Laufachse . . . vorn 11,4 hinten | 22,2 " |
| Dienstgewicht der Lokomotive G | 121,8 " |
| " des Tenders | 61,2 " |
| Vorrat an Wasser | 22,7 cbm |
| " " Brennstoff (Lignit) | 10,9 t |
| H : R = | 69,7 |
| H : G = | 3,55 |
| $H : G_1$ = | 4,89 |

Die Dreizylinder-Bauart stellt für Amerika immer noch etwas Neues vor. Deshalb entschlofs sich die Baufirma zu eingehenden Versuchsfahrten mit der Lokomotive und zwar nicht in der seither üblichen Weise durch Fahrten vor einem Zug oder auf dem Prüfstand, sondern durch Abbremsen der aufgewendeten Zugkraft in einer eigens zu diesem Zweck angehängten elektrischen Lokomotive. Man benützte hierzu die Versuchsstrecke der General Electric Company in Erie und eine neue 3000 V Gleichstromlokomotive der Mexikanischen Eisenbahn-Gesellschaft, die gerade fertiggestellt war. Mit Hilfe der genau anzeigenden elektrischen Mefsgeräte liefs sich die Zugkraft der Lokomotive viel besser feststellen, als dies mit mechanischem Mefsgerät möglich war. Der Eigenwiderstand der Dampflokomotive wurde durch besondere Ablaufversuche ermittelt, derjenige der elektrischen Lokomotive durch eine ähnliche Versuchsfahrt, bei welcher eine elektrische Lokomotive zog, die andere bremste. Der Unterschied beider Leistungen ergab dann die Verluste. Kurven und Steigungen wurden entsprechend berücksichtigt.

Die Lokomotive lief bei allen Geschwindigkeiten bis hinauf zu 100 km/Std. sehr ruhig. Sie erreichte die gröfste Leistung von 2284 PSi bei einer Geschwindigkeit von 55 km/Std. mit einer Füllung von 49,8 %, einen besten mechanischen Wirkungsgrad von 92,3 % bei einer Leistung von 1364 PSi, einer Geschwindigkeit von 24 km/Std. und mit einer Füllung von 72,8 %. Ebenso wie bei den zuvor gebauten Dreizylinderlokomotiven fiel auch bei der neuen Lokomotive vor allem die Befähigung auf, grofse Lasten sicher anzuziehen und rasch zu beschleunigen. R. D.

### Die erste Diesel-elektrische Lokomotive in Amerika.

(Engineering 1924, Band 118, Nr. 3075.)

In Amerika ist vor kurzem die erste Diesel-elektrische Lokomotive in Betrieb gekommen. Sie ist von der General Electric Company im Verein mit der Ingersoll-Rand Company gebaut worden und dient als Verschiebelokomotive in den Werkstätten der letztgenannten Gesellschaft in Philippsburg.

Die Lokomotive ist regelspurig, wiegt betriebsfähig 60 t und ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen. Die Krafterzeugungsanlage liegt mit der Welle in der Längsrichtung der Lokomotive und besteht aus einer kompressorlosen, sechszylindrischen Ölmaschine von 300 PS-Leistung, mit welcher ein Gleichstromerzeuger unmittelbar gekuppelt ist. Die Ölmaschine hat Umlaufschmierung und Wasserkühlung. Die Rückkühlanlage ist auf dem Dach untergebracht, ebenso ein Schalldämpfer für den Auspuff. Zum Antrieb dient an jeder Achse ein besonderer Motor, dem der Strom nach dem Leonard-System zugeführt wird. Die General Electric Company hat diese Bauart von ihren petrol-elektrischen Triebwagen übernommen, wo sie sich seit vielen Jahren gut bewährt haben soll.

Der Brennstoffvorrat der Lokomotive soll für 48 Stunden Verschiebedienst ausreichen und der Ölverbrauch nur etwa 0,2 kg/$PS_e$ in der Stunde betragen. R. D

### Versuchsfahrten mit einer 1 E - h 2 Lokomotive der Pennsylvania Bahn.

(Railway Age 1924, 2. Halbj., Nr. 15.)

Die Pennsylvaniabahn hat im Verlauf der letzten Jahre 598 Stück 1 E - h 2 Güterzuglokomotiven in Dienst gestellt. Bei allen ist ein gröfster Füllungsgrad von 50 % vorgesehen. Anfangs wurden die Lokomotiven mit Grofsrohrüberhitzer gebaut*), die letzten 475 Stück dagegen haben seit 1923 Kleinrohrüberhitzer und dazu noch den Speisewasservorwärmer von Worthington erhalten. Die Zahl der Heizrohre und Rauchrohre, deren Durchmesser und die Gröfse der Heizfläche haben sich wie folgt geändert:

| | Alte Ausführung mit Grofsrohrüberhitzer | Neue Ausführung mit Kleinrohrüberhitzer | |
|---|---|---|---|
| Anzahl der Heizrohre | 244 | 114 | Stck. |
| Durchmesser derselben (aufsen) | 57 | 57 | mm |
| Anzahl der Rauchrohre | 48 | 200 | Stck. |
| Durchmesser derselben (aufsen) | 140 | 82,5 | mm |
| Feuerberührte Heizfläche der Feuerbüchse | 26,7 | 26,7 | qm |
| Feuerberührte Heizfläche der Rohre | 340 | 381 | „ |
| Heizfläche des Überhitzers | 136,0 | 224,0 | „ |
| Heizfläche im Ganzen | 502,7 | 631,7 | „ |

Mit einer der neuen Lokomotiven wurden umfangreiche Versuchsfahrten angestellt, vor allem, um den Einflufs von Kleinrohrüberhitzer und Speisewasservorwärmer auf die Leistungsfähigkeit der Lokomotive festzustellen. Dabei zeigte sich, dafs der Kessel der neuen mit Kleinrohrüberhitzer ausgerüsteten Lokomotive trotz der wesentlich gröfseren Verdampfungs- und Überhitzungsheizflächen nicht merklich leistungsfähiger war als der alte Kessel mit Grofsrohrüberhitzer. Die Verwendung des Vorwärmers dagegen ergab eine Kohlenersparnis bis zu 14 %. Da bei früheren Versuchsfahrten mit der älteren Ausführung die Feuerung von Hand beschickt worden war, während die neuen Lokomotiven Doppel-Rostbeschicker haben, konnte man weiterhin die interessante Tatsache feststellen, dafs bei Verwendung des Rostbeschickers der Kohlenverbrauch um rund 10 % stieg. Der Gewinn, den man mit dem Einbau des Vorwärmers erzielte, wird also annähernd ausgeglichen durch den Verlust, der sich aus der Verwendung des Rostbeschickers ergibt.

Die Quelle macht in einer gröfseren Zahl von Diagrammen noch nähere Angaben über die Zusammenhänge von Verbrennung und Verdampfung, den Unterdruck in der Rauchkammer, den Blasrohrdruck mit und ohne Vorwärmer, den Kohlenverbrauch mit und ohne Rostbeschicker sowie über die Beziehungen von Zugkraft, Geschwindigkeit und Füllung. R. D.

*) Organ 1921, S. 250.

## Werkstättenwesen; Stoffprüfung.

### Oberflächenhärtung durch Nitrieren.

(Kruppsche Monatshefte Dezember 1924.)

Die Einsatzhärtung mit Kohlenstoff hat vielfach Nachteile bei schwierigen Konstruktionsteilen. Diese Nachteile (Verderben vorher sauberer Oberflächen, Verziehen, Härterisse) sucht die Firma Krupp mit ihrem patentierten Verfahren der Oberflächenhärtung durch Nitrieren zu vermeiden. Bei diesem Verfahren dringt an Stelle des Kohlenstoffes Stickstoff in die Oberfläche der Teile ein, wodurch bei gewissen Stahlsorten die gleiche Wirkung erzielt wird. Vorteilhaft ist dabei, dafs die Härtung ohne Abschrecken durch blofses Erhitzen auf Temperaturen unter 580° eintritt, dafs die eingesetzten Teile infolgedessen spannungs- und verziehungsfrei sind, die Oberflächen sauber bleiben und keine Härterisse mehr auftreten. Für das Verfahren sind Sonderstähle erforderlich, die von Krupp in Festigkeitsstufen von 50 bis 100 kg/qmm geliefert werden, und die sich hinsichtlich Dehnung und Zähigkeit wie Chromnickelstähle verhalten. Die nitrierte Härteschicht wird bis 1,5 mm stark. Ihre Oberfläche ist jedoch spröde, so dafs sich das Verfahren für Schneid- und Schlagwerkzeuge nicht eignet. Doch ist der Härteübergang ein allmählicher; Abblättern tritt nicht ein. Besonders beachtenswert ist, dafs die nitrierte Oberfläche selbst bei Temperaturen bis 500° keine Verminderung der Härte erleidet. Anwendbar ist das Verfahren recht vielseitig, vor allem in Fällen, bei denen ein Verziehen der eingesetzten Teile vermieden werden mufs, also bei hochbeanspruchten Getrieben, Kurbelwellen, Spindeln, Zapfen, Schwingen und deren Steine, und schliefslich bei Lehren und Endmafsen. Abgesehen von den angegebenen Vorteilen sollen auch die Kosten der Nitrierung geringer sein als beim Einsatzverfahren. Sch.

## Bücherbesprechungen.

**Merkbuch für die Fahrzeuge der Reichsbahn. I. Dampflokomotiven und Tender (Regelspur).**

Nach dem Übergang der früheren Ländereisenbahnen auf das Reich machte sich das Bedürfnis bemerkbar, das bisherige Merkbuch für die Fahrzeuge der Preufs.-Hess. Staatsbahn auf alle Reichsbahnfahrzeuge auszudehnen und in getrennte Merkbücher für Dampflokomotiven, elektrische Lokomotiven, und Triebwagen, Personen-, Gepäck- und Güterwagen sowie für Schmalspurfahrzeuge zu unterteilen, um die Handlichkeit zu wahren.

Der erste Teil: „Dampflokomotiven und Tender (Regelspur)“ liegt jetzt fertig vor. Das im Din-Format A. 5. ausgeführte Buch enthält hinter dem Inhalts-Verzeichnis für die Übergangszeit eine

Suchliste, die das Auffinden der einzelnen Länderlokomotiven nach ihren früheren Bezeichnungen erleichtert. Dann folgen Erläuterungen über die neue Gattungsbezeichnung und Nummerung der Reichsbahnlokomotiven und über Abkürzungen im Teil B, ferner sind die „abgekürzten Bezeichnungen für Lok. und Tender“ nach dem neuerlichen Beschluss des V. D. E. V. angegeben.

Der Teil B enthält Angaben über Bezeichnung, Abmessungen und Gewichte für etwa 250 Gattungen von Reichsbahnlokomotiven, die nach den neuen Bauartnummern geordnet sind. Im Kopfe der einzelnen Seiten ist zuerst die neue Bauart-Unterbauart-Nummer, darunter die Betriebsgattung (z. B. P 35. 17.) und die frühere Länderbezeichnung angegeben. Der übrige Inhalt ist gegen früher erheblich erweitert und den praktischen Bedürfnissen angepasst worden. Neu aufgenommen sind u. a. Kesselgewicht, Angaben über Ausrüstungsteile, Abbremsung und Kurvenbeweglichkeit; weggefallen ist dagegen die Zeile „Zylinderzugkraft“. Hinter den Lokomotiven folgen die entsprechenden Angaben für mehr als 80 Bauarten von Tendern mit 45 Bildern.

Der Rest des Buches, Teil C, umfaſst Leistungstafeln für etwa 200 verschiedene Lokomotiv-Bauarten. Die Tafeln sind einheitlich nach dem älteren Strahlschen Verfahren für den Beharrungszustand neu errechnet; die angegebenen Zuglasten können auch unter ungünstigen Verhältnissen mit Sicherheit bewältigt werden.

Das Buch entspricht den praktischen Anforderungen im Büro und Betrieb; es hat alle Aussicht, wie sein Vorgänger, das Vademecum des techn. Reichsbahnbeamten zu werden. Es wird auch an nicht der DRG. Angehörige zum Preise von 5 *M* vom Eisenbahn-Zentralamt Berlin abgegeben. Thl.

---

**Mehrstielige Rahmen.** Gebrauchsfertige Formeln zur Berechnung mehrfach statisch unbestimmter rahmenartiger Stabsysteme. Von Prof. Dr. Ing. A. Kleinlogel, Privatdozent an der Techn. Hochschule Darmstadt. Erste Auflage. Berlin 1924. Verlag von Wilhelm Ernst u. Sohn. Geheftet 24.— *M*, gebunden 26.— *M*.

Das soeben erschienene Werk des bekannten Verfassers, der schon mit seinem bereits in vierter Auflage vorliegenden Buche „Rahmenformeln“ einen bemerkenswerten Erfolg errungen hat, stellt eine wertvolle Ergänzung jener Formelsammlung dar, die sicher dieselbe Beachtung finden wird. Die im Vorworte vom Verfasser ausgesprochene Absicht, daſs mit dieser Veröffentlichung dem Bedürfnis der entwerfenden Ingenieure nach gebrauchsfertigen Formeln auch für die hauptsächlichsten Fälle der mehrstieligen und mehrstöckigen Rahmen entsprochen werden soll, muſs als wohlgelungen und äuſserst verdienstvoll bezeichnet werden. Man braucht nur darauf hinzuweisen, daſs 469 Belastungsfälle untersucht und 95 Einfluſslinien dargestellt worden sind, um zu veranschaulichen, welche Riesenarbeit sich hinter den verhältnismäſsig einfach aufgebauten Formeln verbirgt und wie bedeutend der Ertrag dieser Arbeit ist, der dem Leser nahezu mühelos in den Schoſs fällt. Gerade heute, wo die Notlage unserer wirtschaftlichen Verhältnisse die äuſserste Ausnutzung aller Kräfte und Baustoffe gebieterisch verlangt, ist ein Werk, das durch Mechanisierung der für die hochgradig unbestimmten Bauweisen recht umständlichen und zeitraubenden Rechenarbeit den Arbeitsaufwand für den Entwurf auf ein Mindestmaſs einschränkt und wertvolle Kräfte für andere Aufgaben freimacht, sehr zu begrüſsen und verdient weitgehendste Beachtung in der Fachwelt. Das 423 Seiten starke Buch behandelt zunächst die zwei-, drei- und vierfeldrigen Rahmen mit wagrechten Riegeln und die elastisch drehbaren Stützen mit Fuſsgelenken. Daran reihen sich die Formelergebnisse über drei- und vierstielige Hallenrahmen mit gebrochenen Querriegeln, sowie über vierstielige Rahmen mit überhöhtem Mittelstück und geneigten Querriegeln der Auſsenfelder, ebenfalls sämtlich mit Gelenklagerung. Die letzten Kapitel erstrecken sich auf die Berechnung eines zweistöckigen Gelenkrahmens mit wagrechten Riegeln und auf zwei- und dreifeldrige rechteckige Silozellen. Alle Untersuchungen sind unter den üblichen rechnerischen Voraussetzungen auf die am häufigsten in der Anwendung vorkommenden Belastungsfälle einschlieſslich der Temperatureinwirkungen ausgedehnt und hinsichtlich der Momentenverteilung durch Abbildungen eingehend erläutert. Die mehrfeldrigen Rahmen mit wagrechten Riegeln, die insbesondere im Brückenbau ein groſses Anwendungsgebiet finden, sind durch Beigabe von Einfluſsliniengleichungen für Momente und Querkräfte den besonderen Belastungsverhältnissen der Brücken angepaſst worden. Erwünscht wäre bei diesen Rahmenformen auch die Aufnahme der Fälle mit elastischer Einspannung der Stützenfüſse, da diese Anordnung im Eisenbetonbrückenbau bevorzugt wird und dadurch ein lehrreicher Vergleich über den Einfluſs der Lagerung auf die Momentenverteilung ermöglicht würde.

Das Zurechtfinden in dem Stoffe ist dadurch sehr erleichtert, daſs das Inhaltsverzeichnis wiederum in Abbildungen, nicht in Worten angegeben worden ist und durch Einzeichnung einer gestrichelten Hilfslinie und von Richtungspfeilen in das Rahmenschema die Wirkungsweise der Momente bzw. der Auflagerkräfte maſsgebend festgelegt wird.

Das inhaltreiche, vom Verlag vorbildlich ausgestattete Buch ist uneingeschränkter Anerkennung wert und wird jedem Eisen- und Eisenbetonfachmann als vorzügliches Hilfsmittel für Entwürfe, Ausführungen und Überprüfung von Berechnungen empfohlen. Karig.

---

**Theorie der Schüttelschwingungen und Untersuchung der Schüttelerscheinungen von elektrischen Lokomotiven mit Parallelkurbelgetrieben** von A. Wichert, Oberingenieur, Direktor der Brown, Boveri & Cie., Mannheim-Käferthal (Forschnngsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens Heft 266). 120 Seiten mit zahlreichen Zeichnungen und Diagrammen. Preis Goldmark 12.—. (VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin S. W. 19, Beuthstr. 7).

Die Elektrisierung der Bahnen ist in der Neuzeit eine Frage von gröſster wirtschaftlicher Bedeutung geworden. Es haben daher eine ganze Reihe von Bahnverwaltungen schon kurz nach der Jahrhundertwende Versuche mit elektrischen Lokomotiven vorgenommen. Dabei hat man allseits nach anfänglich befriedigenden Erfahrungen recht ungünstige mit Triebwerken der Lokomotiven mit Parallelkurbelgetriebe gemacht. Neigung zu Heiſslaufen und Triebwerkzerstörungen recht bedenklicher Art kamen vor. Dabei beschränkten sich die schlechten Erfahrungen nicht auf bestimmte Bauarten, sondern sie traten bei einzelnen Lokomotiven eines Typs auf, während sie bei anderen Maschinen desselben Typs ausblieben. Diese auffallenden Erscheinungen waren nicht eindeutig und lieſsen sich nicht unter die Schwingungserscheinungen ähnlicher Art einreihen. Heute kann man sagen, daſs es sich hierbei um zwei neue Schwingungsformen handelt, nämlich um Schwingungen, deren Eigenschwingungsdauer sowohl mit dem Ausschlage als auch mit der Zeit veränderlich ist. Man hat die ganze Gruppe dieser Schwingungserscheinungen durch die Bezeichnung „pseudo-harmonische Schwingungen“ besonders gekennzeichnet und die bei Lokomotiven beobachteten dynamischen Vorgänge Schüttelschwingungen genannt.

Gekennzeichnet werden diese Schüttelschwingungen dadurch, daſs im Resonanzfalle kein Hochschaukeln der Schwingungsausschläge eintreten kann, es sei denn, daſs die Frequenz des schwingungserregenden Teils gleichzeitig gesteigert wird. Andererseits können sich Schüttelschwingungen bei allen Frequenzen der periodischen Erregung zwischen Null und der Eigenfrequenz eines gleichen aber spielfreien Systems in Resonanz befinden. Diese und andere Tatsachen bringen es mit sich, daſs den Schüttelschwingungen auf rein mathematischem Wege sehr schwer beizukommen ist. Wichert wählt daher im vorliegenden Werke ein besonderes zeichnerisches Verfahren. Dieser Notbehelf hat den Vorzug, leicht übersichtlich zu sein und da Wichert eine groſse Anzahl praktischer Erfahrungen auf diesem Gebiete bringt und überdies ein erprobter Weg gezeigt wird, der zu schüttelfreien Antriebsmaschinen führt, so ist die Arbeit für jeden Maschineningenieur von Wichtigkeit, zumal die Schüttelerscheinungen nicht auf Lokomotiven mit Parallelkurbelgetriebe beschränkt sind. Es kann vielmehr angenommen werden, daſs bei einem groſsen Teile der im Maschinenbau zur Verbindung umlaufender Massen dienenden Vorrichtungen die Vorbedingungen für Schüttelschwingungen erfüllt sind.

In den einzelnen Abschnitten behandelt Wichert nach einer rückblickenden Einleitung das Wesen der Schüttelerscheinungen, die Schüttelschwingungen bei elektrischen Lokomotiven, wobei er auf die verschiedenen Antriebe eingeht, Mittel für die Beseitigung angibt und über Messungen und Versuche berichtet. Ein Nachtrag enthält die Erfahrungen und Entwürfe seit 1921; ein ausführliches Quellenverzeichnis gibt einen Überblick über die Arbeiten auf diesem wichtigen Gebiete.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.



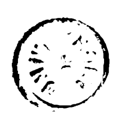


**Abb. 1 bis 3. Schlafwagen 1./2. Kl. Bauart Wegmann, Cas**

Abb. 1.

Abb. 2.

Abb. 8. Fensterausgleich Bauart Wegmann.

Abb. 9.

**Abb. 9 und 10. Dowald-Kugel-Rol**

(D. R. P.)

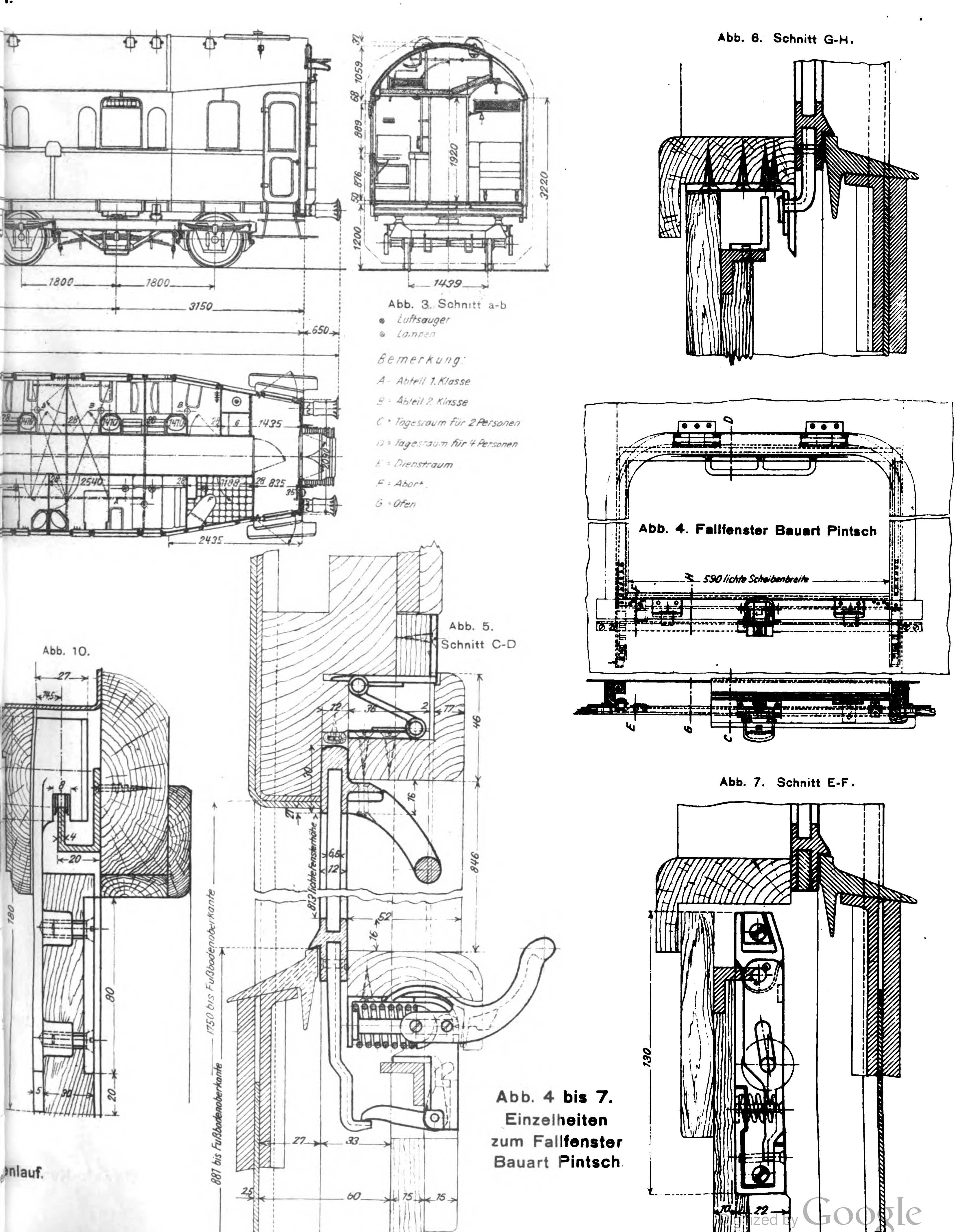



Abb. 4 bis 7. Einzelheiten zum Fallfenster Bauart Pintsch.





## Grundrisse von Schlafwagen.

Abb. 1. Einheitsschlafwagen 1./2. Kl. der D. R. G

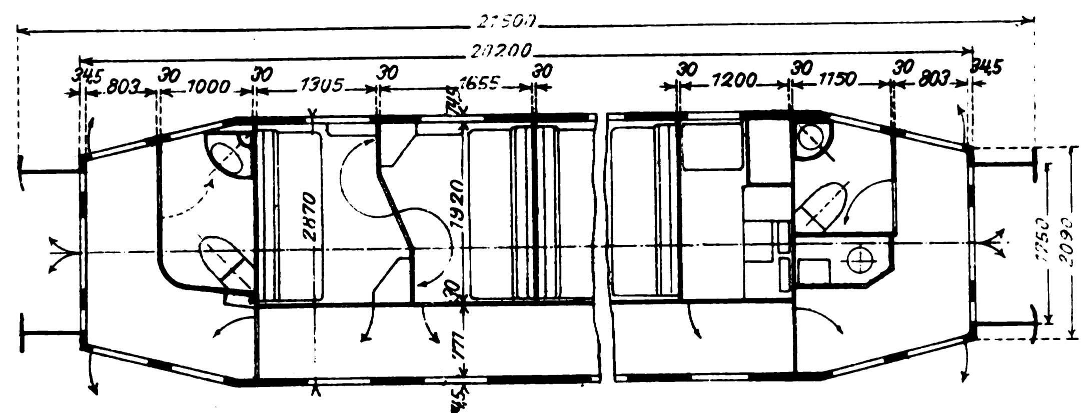


Abb. 2. Vorschlag der Waggon- und Maschinenbau- A. G. Görlitz.

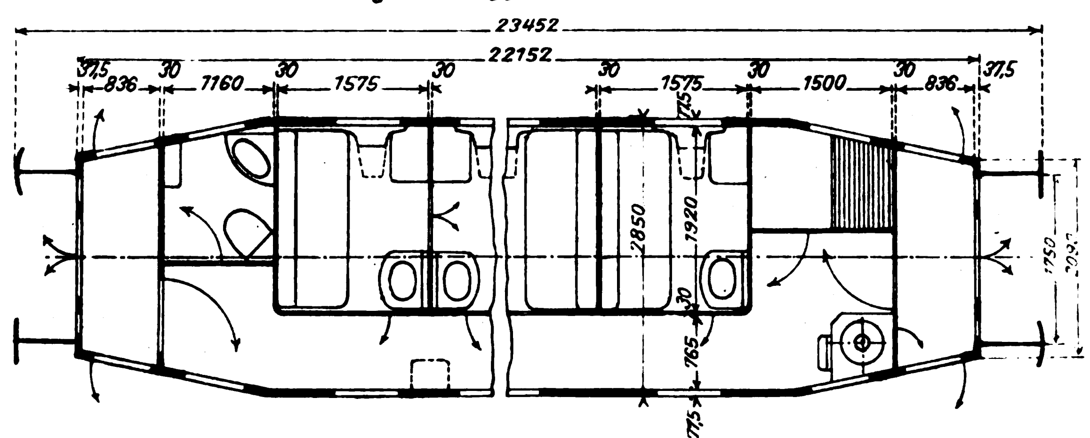


Abb. 3. Vorschlag der Eisenbahnwagenfabrik Van der Zypen und Charlier für Schlafwagen 1./2. Kl.

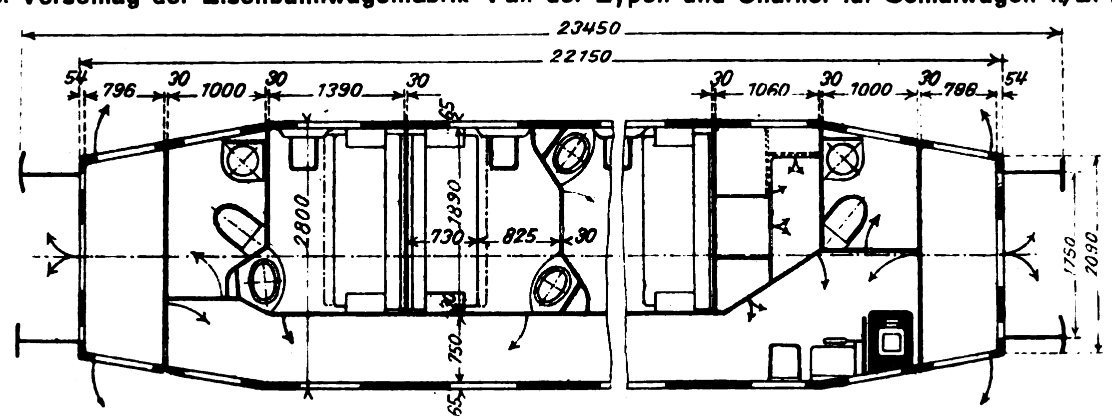


Abb. 1. Einheitsschlafwagen 3 Kl. der D. R. G.

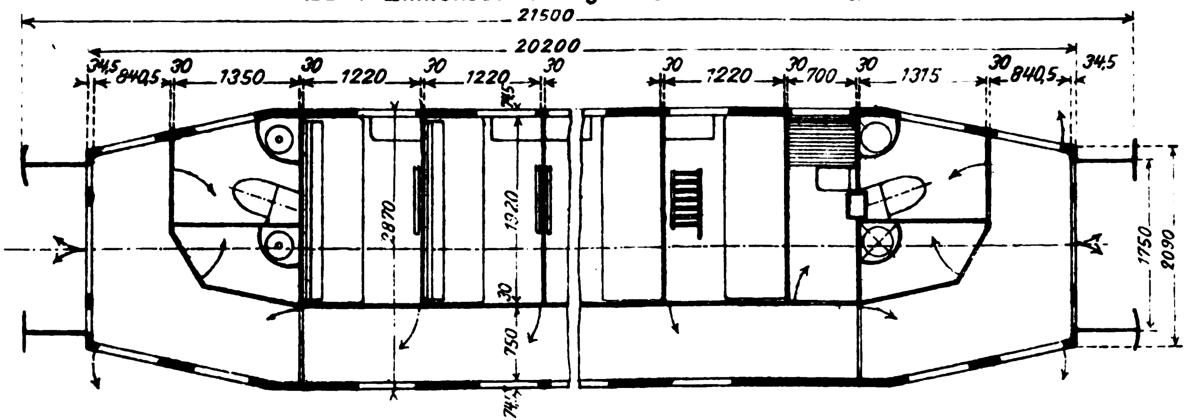
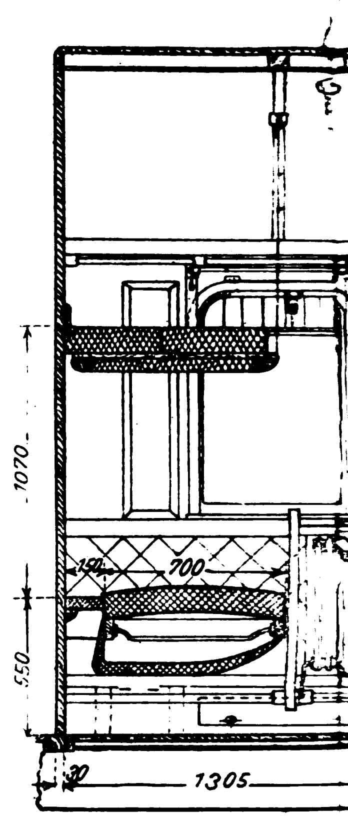
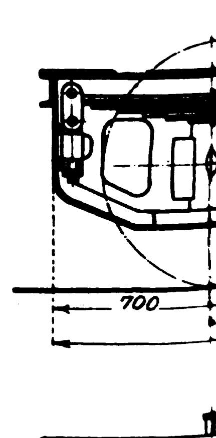
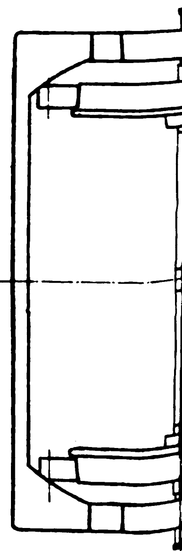


Abb. 5. Abteil



für N





Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt

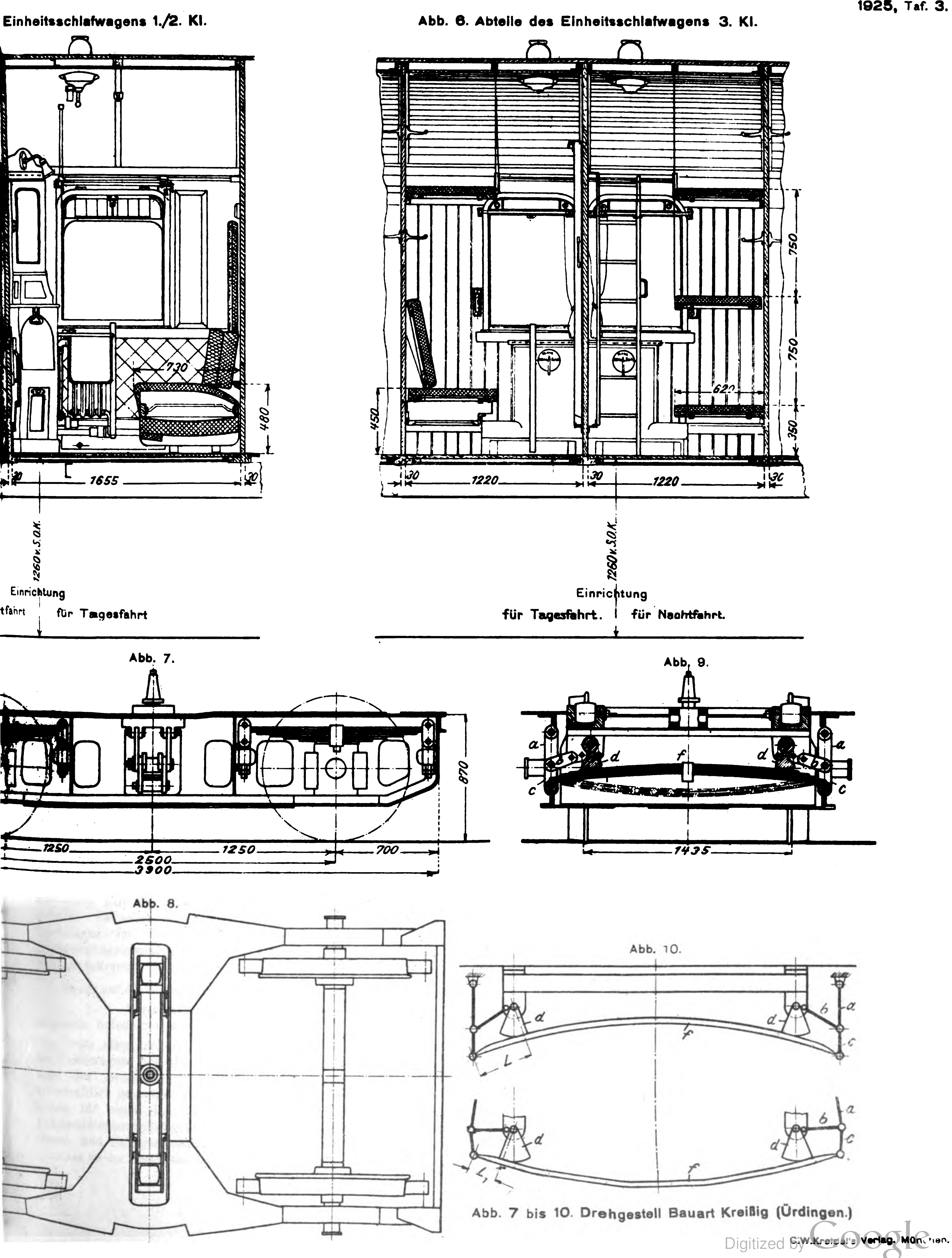



Abb. 7 bis 10. Drehgestell Bauart Kreißig (Ürdingen.)





## Grundrisse von Schlafwagen.

Abb. 1. Einheitsschlafwagen 1./2. Kl. der D. R. G

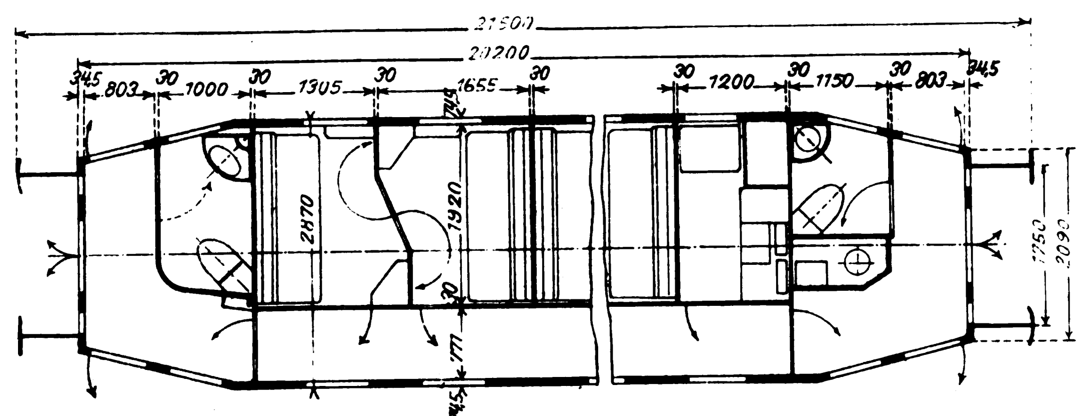



Abb. 2. Vorschlag der Waggon- und Maschinenbau- A. G. Görlitz.

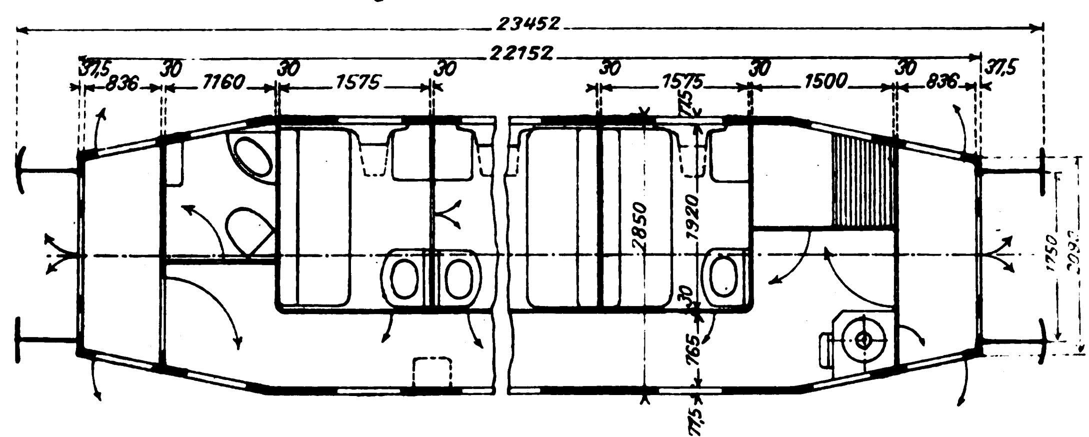



Abb. 3. Vorschlag der Eisenbahnwagenfabrik Van der Zypen und Charlier für Schlafwagen 1./2. Kl.

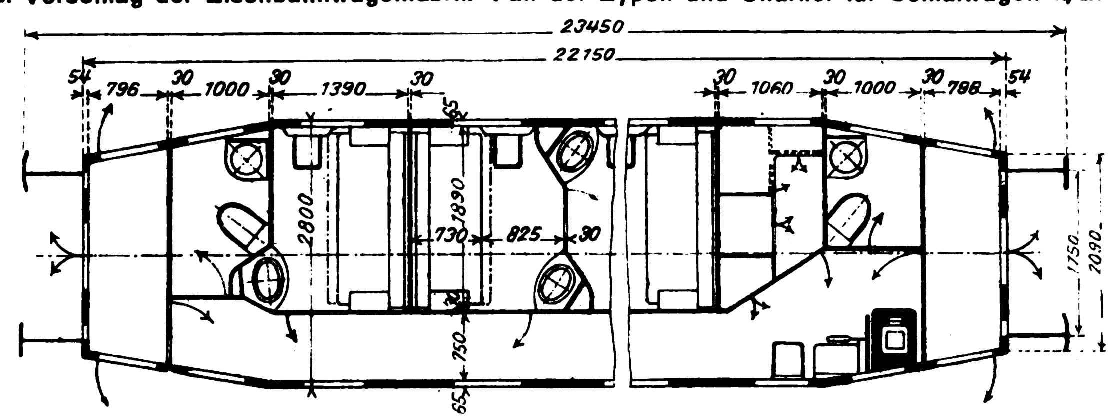



Abb. 1. Einheitsschlafwagen 3 Kl. der D. R. G.

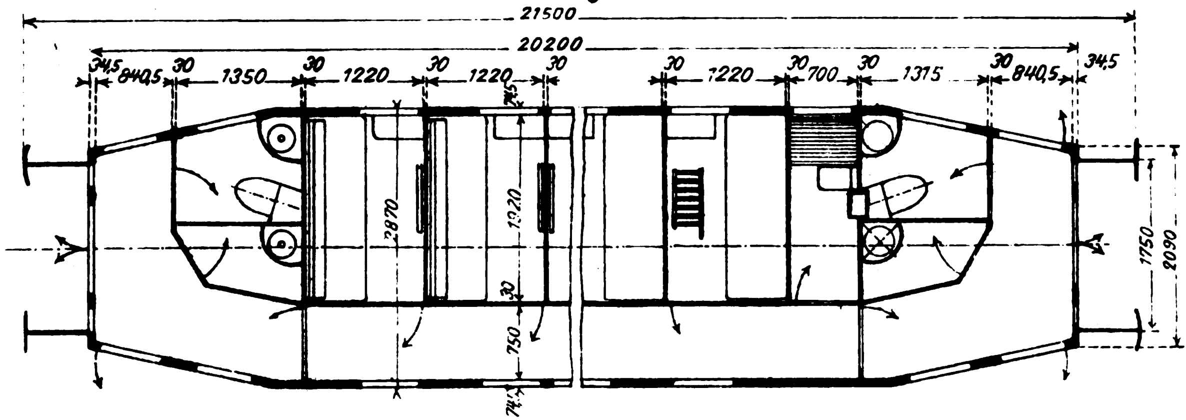
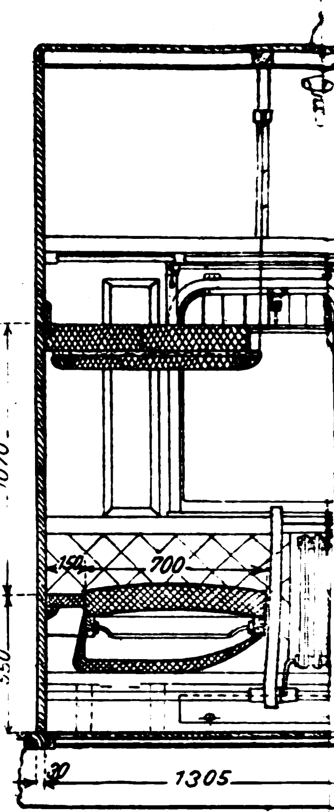
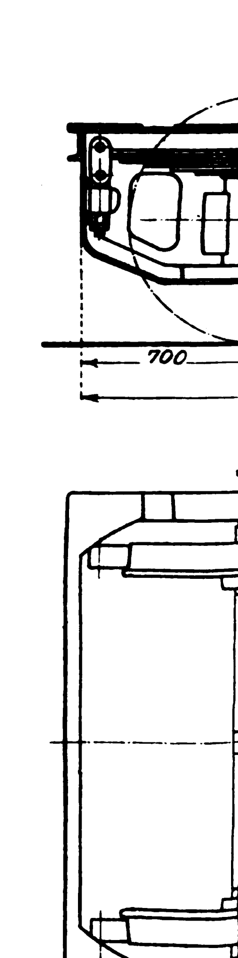



Abb. 5. Abteil




für N



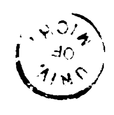

Anst. v. F. Wirtz. Darmstadt.

Einheitsschlafwagens 1./2. Kl.

Abb. 6. Abteile des Einheitsschlafwagens 3. Kl.



Abb. 7 bis 10. Drehgestell Bauart Kreißig (Ürdingen.)



# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

**Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen**

**Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

**80. Jahrgang** **15. Februar 1925** **Heft 3**

## Die Triebwagen auf der Seddiner Ausstellung.

Von Dipl. Ing. **Winfried Draeger**, Regierungsbaurat. a. D.

Der Überlandverkehr mit Kraftwagen hat in den letzten Jahren ganz bedeutend zugenommen und ist in starken Wettbewerb zu den Eisenbahnen, insbesondere den Kleinbahnen getreten. Die Vorteile, fast von der Haustür abfahren zu können, häufige Wagenfolge, tragbare Fahrpreise, veranlassen einen grofsen Teil der Reisenden, die Eisenbahnfahrt zu meiden.

Die Bahngesellschaften sind daher bemüht, sich den Forderungen des Verkehrs anzupassen, ohne dabei unwirtschaftlich arbeiten zu müssen. Für den Betrieb in verkehrsschwachen Zeiten ist ein Dampfzug ungeeignet, da die Einheit viel zu grofs ist, um stets gut ausgenutzt werden zu können. Hier ist der Triebwagen, der Zugmaschine und Wagen miteinander vereinigt, das gegebene Fahrzeug.

Das Bestreben, kleine und billig zu betreibende Fahrzeuge für kurze Strecken mit schwachem Verkehr zu schaffen, ist schon sehr alt. Die Schwierigkeiten früherer Zeiten lagen hauptsächlich in den unzulänglichen Antriebsmitteln, die zur Verfügung standen. Die Anwendung des erprobten Dampfantriebs führte wegen der umständlichen Bedienung zu keinem befriedigenden Ergebnis. Die später gebauten Benzol- und Diesel-elektrischen Triebwagen scheiterten an dem noch unentwickelten Motorenbau und der schweren umständlichen elektrischen Zwischenübertragung, die man wählen mufste, weil es brauchbare Zahnradgetriebe für diese Zwecke noch nicht gab.

Nur die Akkumulatorentriebwagen haben den an sie gestellten Anforderungen entsprochen und stellen noch heute ein wichtiges Betriebsmittel der Eisenbahn dar. Immerhin besitzen sie den Nachteil grofsen Gewichtes und der Abhängigkeit von der Ladestation. Diese Nachteile sind allerdings jetzt teilweise durch Ausbildung neuer Batterien mit erheblich gröfserer Kapazität und geringerem Gewicht behoben worden.

In neuem Gewande wiedererstanden ist der Verbrennungstriebwagen, dem jetzt ohne Frage eine aussichtsreiche Entwicklung bevorsteht. Er wird als Benzol-, Diesel- oder Sauggastriebwagen gebaut. Die früher verwendete elektrische Zwischenübertragung ist durch das leichtere und einfache Zahnradgetriebe ersetzt worden. Die jetzigen guten Ergebnisse des Verbrennungstriebwagens waren nur möglich, weil der Motoren- und Getriebebau seit den ersten benzolelektrischen Triebwagen ganz erhebliche Fortschritte gemacht hat, so dafs man heute jeden Verbrennungsmotor und sein Getriebe als betriebssicher ansehen kann.

Die Eisenbahntechnische Ausstellung in Seddin bot ein sehr gutes Bild des augenblicklichen Standes der Triebwagentechnik. Es sollen daher im folgenden die dort ausgestellten Triebwagen für Vollbahnbetrieb behandelt werden. Die Strafsenbahntriebwagen sind, ihrer Eigenschaft als verkleinerte Vollbahnfahrzeuge entsprechend, unberücksichtigt geblieben.

Bevor auf die einzelnen Fahrzeuge eingegangen wird, soll die

### Wirtschaftlichkeit des Triebwagens

allgemein beleuchtet werden.

Trotz aller technischen und betrieblichen Vorzüge können die Triebwagen nur dann auf gröfsere Verbreitung rechnen, wenn der Betrieb sich gegenüber dem Dampfbetrieb auch wirtschaftlich günstiger gestaltet. Es sollen daher die Betriebskosten für einen Dampfzug und dem gegenüber für einen Akkumulatorentriebwagen und einen Triebwagen mit Benzol-, Diesel- und Sauggasmotorbetrieb festgestellt werden.

Für Betriebsstoffe, Löhne usw. sind die Beträge eingesetzt, die etwa im März 1924 gültig waren:

| | |
|---|---|
| Kohle . . . . . | 35 ℳ/t |
| Benzol . . . . . | 45 ℳ/100 kg |
| Schweröl . . . . | 10 ℳ/100 kg |
| Elektr. Strom . . | 0,10 ℳ/kWh. |

Zugrunde gelegt wird eine jährliche Durchschnittsleistung von 50 000 km für einen Dampfzug, bestehend aus drei dreiachsigen Wagen mit einer Lokomotive im Gewicht von 116,25 t und mit 160 Sitz- und Stehplätzen.

Es ergeben sich dann folgende Unkosten in Pf./Zugkm:

| | | |
|---|---|---|
| Betriebsstoffe (Kohle, Wasser, Öl usw.) . | 38,6 | Pf./Zugkm |
| Beleuchtung und Heizung . . . . . | 0,6 | » |
| Unterhaltung . . . . . . . . . . | 13,5 | » |
| Reinigung und Betriebsbehandlung . . | 1,2 | » |
| Abschreibung . . . . . . . . . . | 2,2 | » |
| Verzinsung 5% . . . . . . . . . | 5,2 | » |
| Personal . . . . . . . . . . . . | 12,0 | » |
| Kosten für 1 Zugkm . . . | 73,300 | Pf. |
| » » 1 Platzkm . . . | 0,458 | » |

Wird dieselbe Strecke von einem Akkumulatorentriebwagen zurückgelegt, der 90,35 t wiegt und 168 Plätze enthält, so zeigt sich folgendes Bild:

| | | |
|---|---|---|
| Betriebsstoff (Elektr. Strom) . . | 18,4 | Pf./Zugkm |
| Beleuchtung und Heizung . . . | 5,6 | » |
| Unterhaltung . . . . . . . | 19,3 | » |
| Reinigung und Betriebsbehandlung | 0,5 | » |
| Abschreibung . . . . . . . | 4,5 | » |
| Verzinsung 5% . . . . . . | 9,3 | » |
| Personal . . . . . . . . . | 6,8 | » |
| Kosten für 1 Zugkm . . | 64,400 | Pf. |
| » » 1 Platzkm . . | 0,383 | » |

Für einen Triebwagen mit Verbrennungsmotor ergeben sich bei Betrieb mit a) Benzol-, b) Schweröl-, c) Sauggas folgende Werte. Angenommen ist ein Triebwagen mit zwei Anhängern für 175 Sitz- und Stehplätze bei einem Gewicht von 49,83 t und einer Motorleistung von etwa 160 PS.

| | a | | b | | c | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Betriebsstoff . . . . . | 27,2 | Pf./Zugkm | 9,6 | Pf./Zugkm | 5,3 | Pf./Zugkm |
| Beleuchtung u. Heizung | 3,7 | „ | 3,7 | „ | 3,7 | „ |
| Unterhaltung . . . . | 4.2 | „ | 4,1 | „ | 6,3 | „ |
| Reinigung u. Betriebsrep | 0.6 | „ | 0,6 | „ | 0,9 | „ |
| Abschreibung . . . . | 6.0 | „ | 6,0 | „ | 8,1 | „ |
| Verzinsung 5% . . . | 8,9 | „ | 8,9 | „ | 9,6 | „ |
| Personal . . . . . . | 6,8 | „ | 6,8 | „ | 6,8 | „ |
| Kosten je Zugkm | 57,400 | Pf. | 39,700 | Pf. | 40,70 | Pf. |
| „ „ Platzkm | 0,328 | Pf. | 0,228 | Pf. | 0,23 | Pf. |

Bei dieser Aufstellung ist vorgesehen, dafs die Abschreibung des Wagens in 25 Jahren, die des Motors bei a) und b) in 10 Jahren, bei c) in 7 Jahren erfolgt.

Eine Zusammenstellung ergibt folgendes Bild:

| | Pf/ Zugkm | Pf./Zugkm |
|---|---|---|
| Dampfzug . . . . . . . . . . | 73,30 | 0,46 |
| Akkumulatorentriebwagen . . . . | 64,40 | 0,38 |
| Triebwagen mit Verbrennungsmotor | | |
| a) mit Benzolmotor . . . . . | 57,40 | 0,33 |
| b) mit Schwerölmotor . . . . | 39,70 | 0,22 |
| c) mit Sauggasmotor . . . . | 40,70 | 0,23 |

Wenn vorstehende Zahlen auch nicht absolut gültig sind, weil die einzelnen Faktoren dauernd Änderungen erfahren, so bieten sie doch eine gute Vergleichsmöglichkeit über die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Antriebsarten. Am günstigsten ist der Betrieb mit Sauggas und Schweröl. Das Ergebnis verschiebt sich noch mehr zu gunsten des Sauggasbetriebs, wenn bei gröfserer kilometrischer Leistung die höheren Beschaffungskosten immer mehr gegenüber den niedrigen Brennstoffkosten zurücktreten.

Für die Beurteilung der wirtschaftlichen Vorzüge der Verbrennungstriebwagen ist die rein zahlenmäfsige Berechnung nicht erschöpfend genug. Ebenso hoch wie die bestimmbaren Gewinne sind die nicht durch Zahlen erfafsbaren Vorteile gegenüber dem Dampfbetrieb zu werten. Hierzu gehört vor allem die ständige Betriebsbereitschaft, die Unabhängigkeit von Lade- und Wasserstationen, die einfache Bedienung und das geringe Gewicht.

Die etwas mehr Kenntnisse erfordernde Unterhaltung tritt dagegen nicht so in Erscheinung. Auch die Steigerung der Einnahme, die durch Verbesserung des Fahrplans eintritt, wenn in verkehrsschwachen Zeiten leichte Verbrennungstriebwagen verwendet werden, läfst sich nicht vorher zahlenmäfsig erfassen. Der leichte Triebwagen ist daher das beste Mittel, um der Konkurrenz des Strafsenkraftwagens zu begegnen.

Welche Bauart des Verbrennungstriebwagens für einen bestimmten Verkehr am günstigsten ist, kann immer nur von Fall zu Fall entschieden werden. Ohne Frage steht der Sauggaswagen sehr günstig da, da er mit billigen Brennstoffen, wie Braunkohle, Torf, Koks, Anthrazit, Holzkohle betrieben werden kann, also mit Material, das im Inland gewonnen wird und überall erhältlich ist. Es darf dabei jedoch nicht aufser acht gelassen werden, dafs die gute Reinigung des Gases von Staub eine Lebensfrage des Sauggasbetriebs ist. Nach den bisherigen Versuchen zu urteilen, scheint auch diese Frage gelöst zu sein, doch sind erst noch weitere Erfahrungen abzuwarten, bevor ein endgültiges Urteil gefällt werden kann.

Die Motoren selbst sind auf Grund der grofsen Erfahrungen des Kraftwagenbaues ausgebildet und können daher als voll betriebssicher angesehen werden. Verhältnismäfsig neu sind die leichten Schwerölmotoren, die jedoch nur von Firmen, die über genügende Erfahrungen auf diesem Gebiete verfügen, hergestellt werden sollten, denn Fehlschläge können der ganzen Sache sehr erheblichen Schaden zufügen. Erwünscht wäre die weitere Entwicklung der Motoren in der Richtung, dafs auch hier Schnelläufer mit Drehzahlen zwischen 2000 und 3000 verwendet werden, da sich dadurch noch bedeutende Gewichtsersparnisse erreichen lassen.

Der schnellaufende Verbrennungsmotor führt von selbst auf die zur Zeit wichtigste, und man kann wohl sagen, noch am wenigsten geklärte Frage des Triebwagenbaues: die Getriebe. Hier handelt es sich um ein Maschinenelement, das sich nicht so ohne weiteres vom Kraftwagenbau übernehmen läfst. Der Triebwagen mit seinem fast zehnmal gröfseren Gewicht beansprucht die ganze Übertragung ganz anders wie ein Kraftwagen. Die Getriebefrage ist es auch gewesen, die der Entwicklung der Lokomotive mit Verbrennungsmotoren bisher hindernd entgegenstand.

Wegen der günstigeren Verhältnisse bei dem Triebwagen gegenüber der Lokomotive hat man bisher von Versuchen mit Flüssigkeits- und Gasgetrieben Abstand genommen und das bewährte Zahnradgetriebe den Verhältnissen entsprechend umgebildet. Nach den bisherigen Ausführungen zu urteilen, scheint jedoch für reine Zahnradgetriebe die Leistungsgrenze bei etwa 200—250 PS erreicht zu sein. Diese Leistung dürfte jedoch ausreichen, um in Doppelanordnung auch den schwersten Triebwagen mit Anhängern zu befördern. Wird die Bewältigung noch gröfserer Schlepplasten verlangt, so wird aus dem Triebwagen eine Lokomotive, für die ganz andere Bedingungen gelten.

Ein weiterer, sehr wichtiger Punkt, der für die Lebensfähigkeit der Verbrennungstriebwagen von grofser Bedeutung ist, ist ihre Bedienung und Unterhaltung. Da der leichte Verbrennungstriebwagen nur dann richtig ausgenutzt werden kann, wenn er von gröfseren Werkstätten möglichst unabhängig bleibt, ist bei Beschaffung der Fahrzeuge grofser Wert auf leichte Zugänglichkeit und Austauschbarkeit aller der Abnutzung unterworfenen Antriebsgruppen zu legen. Am günstigsten wird der Betrieb dann arbeiten, wenn für eine Anzahl Verbrennungstriebwagen eine Ersatzmaschinenanlage beschafft wird und die Wagen selbst so gebaut sind, dafs der Austausch im Triebwagenschuppen von wenigen Leuten ohne grofse Krananlagen vorgenommen werden kann. Die ausgebaute Anlage wird dann der nächsten Werkstatt zur Untersuchung zugesandt, während der Wagen selbst weiter im Betrieb bleiben kann. Soll die Maschinenanlage eines Verbrennungstriebwagens ausreichende Lebensdauer haben, so ist eine häufige gründliche Untersuchung unbedingt notwendig.

Man hat es beim Kraftwagen stets als selbstverständlich angesehen, dafs zu seiner Bedienung hochwertiges Personal und aufserdem gute Unterhaltung erforderlich ist. Abweichungen von dieser Forderung führen stets zu Fehlschlägen. Für die Verbrennungstriebwagen dagegen, die auf Eisenbahnstrecken laufen, hat man sich sonderbarer Weise diesem Gedankengang noch nicht anzuschliefsen vermocht, trotzdem diese Triebwagen die gleichen Elemente wie die Kraftwagen enthalten. Die Bedienung und Unterhaltung eines Verbrennungstriebwagens kann nie die gleiche sein, wie die einer Dampflokomotive. Der beste Triebwagen kann nur dann wirtschaftliche Ergebnisse liefern, wenn seine Eigenart als Fahrzeug mit hochwertigen Maschinen anerkannt und auf die Besonderheiten seiner Bedienung und Unterhaltung bei Auswahl des Personals der entsprechende Wert gelegt wird.

Durch die Vorzüge der Verbrennungstriebwagen sind die alten und bewährten Akkumulatorentriebwagen etwas in den Hintergrund gedrängt worden, da ihre Wirtschaftlichkeit sehr von den stark unterschiedlichen Strompreisen beeinflufst wird. Wie aber der auf der Ausstellung gezeigte ältere Akkumulatorentriebwagen mit einer neuen Batterie der Akkumulatorenfabrik A.-G. zeigte, sind auch auf diesem Gebiet noch weitere Verbesserungen im Gange, die bei günstigen Strompreisen, vor allem dort, wo es sich um Nachtstrom aus Wasserkraftanlagen handelt, die Wirtschaftlichkeit des Akkumulatorentriebwagens wieder heben können. Die Akkumulatorenfabrik A.-G. hat neuerdings eine Batterie herausgebracht, die bei gleichen Unterhaltungskosten und einem Mindergewicht von etwa 2000 kg dem Wagen einen Fahrbereich von etwa 400 km erteilt. Wird weiterhin auch das Wagengewicht durch eiserne Bauart noch mehr verringert, so ergibt sich ein Fahrzeug, das über weite Strecken verkehren kann und nur nachts geladen zu werden braucht. Sind seine Anschaffungskosten auch höher, so ist es doch unbedingt betriebssicher und einfach zu bedienen. Es wird daher stets von Fall zu Fall zu prüfen sein, ob nicht infolge billigen Nachtstroms aus Wasserkräften die Beschaffung eines Akkumulatorentriebwagens einem Benzoltriebwagen vorzuziehen ist. Die Gleichrichteranlagen sind heute auch so gut durchgebildet, dafs fast keine Bedienung während des Ladens erforderlich ist.

Es wird sich auch in diesem Falle zeigen, dafs Akkumulatoren- und Verbrennungstriebwagen gut nebeneinander bestehen können, da jede Fahrzeuggattung ihre ganz bestimmten Verwendungsgebiete hat, auf denen sie am wirtschaftlichsten arbeitet.

Im folgenden sind nunmehr die Hauptdaten der ausgestellten Triebwagen zusammengestellt, die dann einzeln kurz behandelt werden sollen.

Übersicht über die Hauptmerkmale der in Seddin ausgestellten Eisenbahntriebwagen.

| Lfd. Nr. | Firma | Art des Wagens, Zahl der Anhänger | Gewicht des Triebwagens und der Anhänger | Zahl der Sitz- und Stehplätze | Angetriebene Achsen | Art des Getriebes | Art der Schaltung des Getriebes | Motorenleistung | Größte Geschwindigkeit | Brennstoffverbrauch bei der Höchstgeschwindigkeit | Radstand des Wagens bzw. der Drehgestelle, Abstand der Drehzapfen | Länge über Puffer | Spurweite | Raddurchmesser |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | km/Std. | | mm | mm | | mm |
| 1 | Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft Berlin, zus. | 4 achsig 2 Drehgestelle 1 Anhänger | 36 t + 15 t | 68 + 20 | 2 | Zahnradgetriebe | durch Prefsluft 4 Gänge | 2 × 75 PS 6 Zyl. Vergaser | 75 | 0,6 l/km Benzol | 2000 11500 | 17570 | 1435 | 940 |
| 2 | mit der Neuen Automobil Gesellschaft Berlin | 2 achsig 1 Anhänger | 20 t + 15 t | 50 + 15 | 1 | Zahnradgetriebe | durch Prefsluft 4 Gänge | 75 PS 6 Zyl. Vergaser | 40 | 425 g/km Benzol | 6000 | 13560 | 1485 | 800 |
| 3 | Waggonfabrik Wismar zus. mit Motorenfabrik Friedrichshafen | 4 achsig 2 Drehgestelle 2 Anhänger | 40 t + 30 t | 58 + 30 | 2 | Zahnradgetriebe | durch Prefsluft 4 Gänge | 150 PS 6 Zyl. Dieselmotoren | 60 | 185 g/PS/Std. Rohöl | 3700 11440 | 19360 | 1435 | 1000 |
| 4 | Deutsche Werke, Werft Kiel | 4 achsig 2 Drehgestelle | 22 t | 49, Stehplätze reichlich | 2 | Zahnradgetriebe | mechanisch 4 Gänge | 100 PS 6 Zyl. Vergaser | 45 | etwa 300 bis 350 g/km Benzol | 1550 8550 | 13250 | 1435 | 750 |
| 5 | Hannoversche Waggonfabrik | 4 achsig 2 Drehgestelle | etwa 20 t | etwa 42. I. II. Kl. | 2 | Zahnradgetriebe | durch Prefsluft 4 Gänge | 2 × 75 PS 4 Zyl. Vergaser | 60 | etwa 300 bis 400 g/km Benzol | 1450 etwa 10000 | etwa 14500 | 1067 | 800 |
| 6 | Gothaer Waggonfabrik | 2 achsig | — | 47 + 13 | 1 | Zahnradgetriebe | durch Prefsluft 4 Gänge | 80 PS 6 Zyl. Vergaser | 45 | — | 6000 | 12000 | 1435 | 1000 |
| 7 | Waggonfabrik Werdau Sa. | 2 achsig | — | 36 + 32 | 1 | Zahnradgetriebe | durch Prefsluft 4 Gänge | etwa 60 PS Vergaser | 40 | — | — | — | 1435 | 1000 |
| 8 | Düsseldorfer Eisenbahnbedarf Carl Weyer & Co | 4 achsig 2 Drehgestelle | 12,5 t | 38 + 27 | 4 | Hydraulisches Getriebe | — | 4 Zyl. 2 × 30 PS Vergaser | 50 | — | 2000 7500 | 13500 | 1435 | — |

**Beschreibung der Einzelbauarten.**

Triebwagen der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft Berlin.

Ausgestellt waren ein vierachsiger Triebwagen, der bereits bei der holländischen Staatsbahn in Betrieb war und ein zweiachsiger Wagen, der für die Schleswiger Kreisbahnen bestimmt ist. Beide Wagen führten während der Ausstellungszeit auf der Strecke Wann-Seddin planmäfsige Fahrten aus, so dafs auch die Möglichkeit bestand, die Wagen im Betrieb zu beobachten.

1. Vierachsiger Triebwagen der A. E. G.

Der vierachsige Wagen der holländischen Staatsbahn (Abb. 1) besitzt einen Rahmen aus Walzeisen, auf den der hölzerne Wagenkasten aufgesetzt ist. Der gesamte wagenbauliche Teil ist von der Linke-Hofmann-Lauchhammer A.-G., Werk Köln, ausgeführt worden. Der Innenraum des Wagens ist mit Querbänken ausgerüstet, die durch einen Mittelgang unterteilt sind. Eine Wand teilt den Raum in zwei Hälften. Die Lüftung erfolgt durch die umklappbaren Oberteile der Seitenfenster, die im übrigen fest sind.

In Anlehnung an die Strafsenbahnwagen hat man bei vielen Triebwagen die Seitenfenster fest angeordnet, was für den Verkehr auf Vollbahnstrecken nicht zweckmäfsig erscheint. Es dürfte sich auch empfehlen, besonders bei schnellfahrenden Wagen zur Vermeidung von Zugerscheinungen die Seitenklappen durch Deckenlüfter zu ersetzen.

An jedem Ende des Wagens ist ein geräumiger Vorraum angeordnet, der von aufsen durch zwei Türen zugänglich ist, die auch für das Einsteigen der Fahrgäste dienen. Gegen den inneren Teil ist der Vorraum durch eine Wand mit Mitteltür abgeschlossen. Die an den beiden Wagenenden eingebauten Motoren ragen mit ihren Hauben in das Fahrzeug hinein. Es ergibt sich dadurch von selbst eine Längsteilung des Vorraumes, die noch durch Anordnung einer kurzen Wand besonders betont wird. Der so auf der rechten Seite gebildete Raum ist für den Führer bestimmt und enthält alle zur Bedienung des Wagens notwendigen Handgriffe, wie Schalt-, Regulier-, Brems- und Signaleinrichtungen. Er ist gegen den übrigen Teil durch eine Tür abschliefsbar. Die linke Seite steht dem Zugbegleiter zur Verfügung, der durch ein Stirnfenster ebenfalls die Strecke

übersehen kann. Der jeweils rückwärts anschliefsende Vorraum kann nach Abschlufs des Führerstandes zur Abstellung von Traglasten oder für Gepäck verwendet werden.

Der Bedienungsstand des Führers enthält als Hauptteile den Gashebel, durch den mittelst Prefsluft die Motoren gedrosselt werden, und den Getriebe-Umschalthebel mit vier Schaltstufen. Durch Prefsluft werden durch ihn bei den entsprechenden Stellungen die Kupplungen des Wechselgetriebes betätigt. Ein weiterer Hebel schaltet den Fahrtwender für Vor- und Rückwärtsfahrt um. Druckluftbremse, Motoranlafsvorrichtung, Handbremse, Manometer, Lichtschalter vervollständigen die Einrichtung. Der Gashebel besitzt eine sogenannte »Totermann«-Kurbel, die bei plötzlichem Unwohlsein des Fahrers durch eine Feder in die Nullage gezogen wird, die Motoren drosselt und die Druckluftbremse in Tätigkeit setzt. Da alle Steuerbewegungen durch Prefsluft übertragen werden, ist eine Bedienung mehrerer Wagen von einem Führerstand aus ohne weiteres möglich. Der Wagen besitzt daher an den Stirnseiten aufser der Haupt- und Bremsluftleitung noch sieben weitere Schlauchkupplungen. Sehr wichtig ist natürlich bei Vielfachschaltung tadellose Dichtigkeit der Verbindungen, da bei starken Luftverlusten das richtige Zusammenarbeiten der Schaltungen in Frage gestellt ist. Die Drehgestelle von 2000 mm Radstand sind amerikanischer Bauart mit abgefederter Wiege.

Die Maschinenanlage besteht aus zwei sechszylindrigen Vergasermotoren von je 75 PS bei 950 Umdr./Min., die von der Nationalen Automobilgesellschaft Berlin hergestellt und, wie schon vorher erwähnt, unter den beiden Führerständen eingebaut sind.

Es handelt sich um vergröfserte Kraftwagenmotoren normaler Bauart mit von oben gesteuerten Ventilen, Bosch-Zündung, Lichtdynamo und Anlafsmotor. An der Stirnseite der Wagen vor den Motoren sind die Wabenkühler eingebaut. Bei Vorwärtsfahrt tritt die Luft durch den Kühler, streicht über den Motor hinweg und entweicht nach unten. Ein besonderer Luftschacht dient zur weiteren Kühlung des Motors. Bei Rückwärtsfahrt wird die Luft umgekehrt geführt. Die Kühlwirkung der Luft wird unterstützt durch einen Ventilator und eine Umlaufpumpe. Als Ölbehälter dient das Gehäuseunterteil des Motors, der Brennstoffbehälter liegt unter dem Wagen und ist leicht zugänglich.

Abb. 1. Zweiwagenzug der Holländischen Staatsbahn.

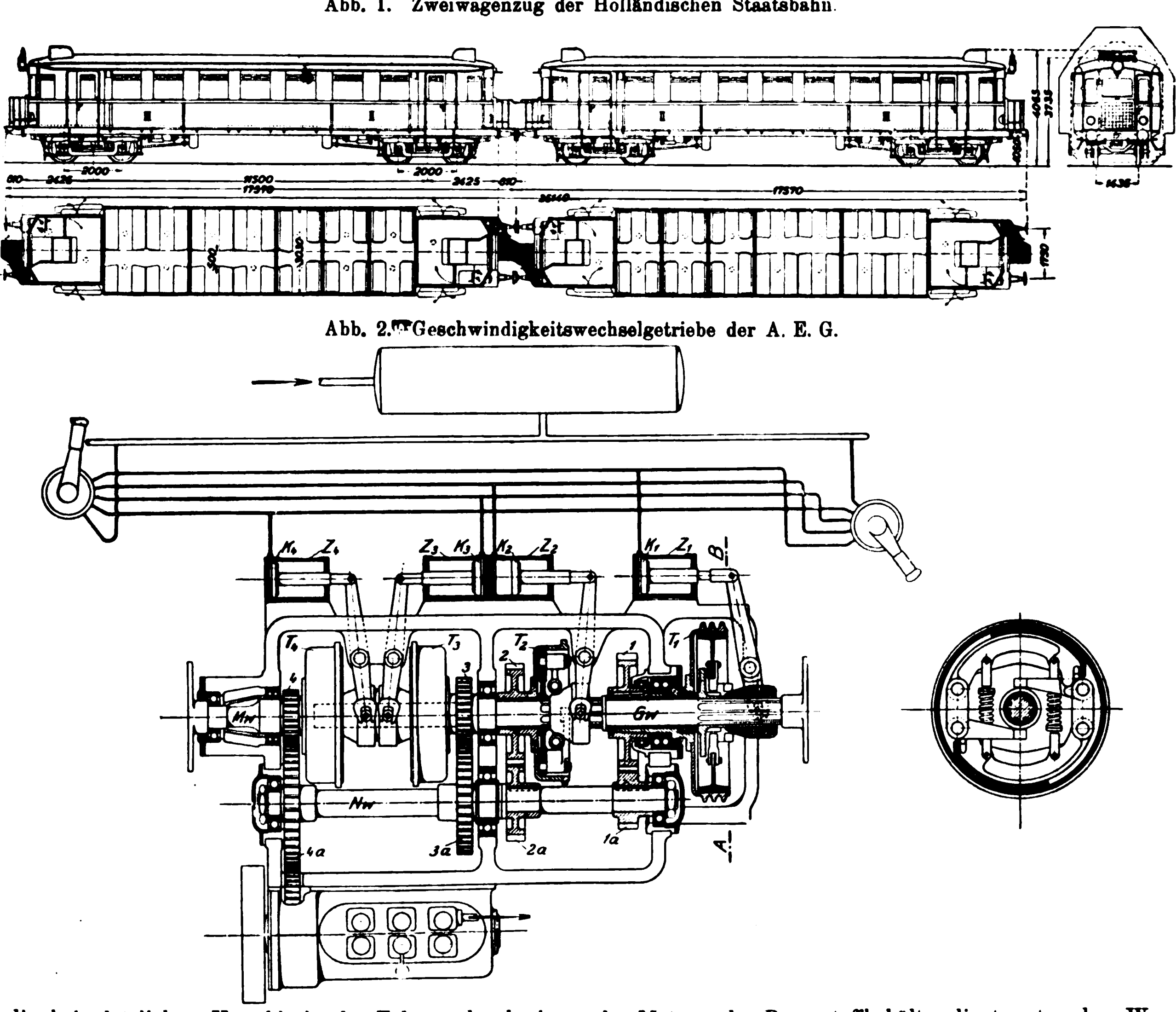


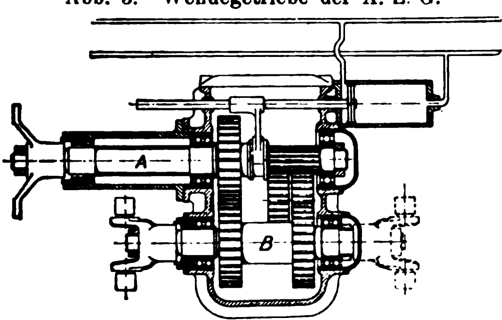
Abb. 2. Geschwindigkeitswechselgetriebe der A. E. G.

Der Motor treibt durch Längswelle und elastische Kupplung das nach der Mitte des Wagens zu liegende Geschwindigkeitswechselgetriebe an (Abb. 2). Dieses Getriebe ist von der A. E. G. in langjähriger Arbeit durchgebildet worden in der richtigen Erkenntnis, dafs ohne ein brauchbares Getriebe eine Entwicklung des Verbrennungstriebwagens nicht möglich ist. Das Wechselgetriebe der **Kraftwagen** hat verschiebbare Zahnräder, die zur Erzeugung verschiedener Geschwindigkeiten miteinander in Eingriff gebracht werden. Eine Hauptkupplung vermittelt den Übergang von einer Stufe zur anderen. Diese Bauart wurde von der A. E. G. für den schweren **Triebwagen** nicht ohne weiteres für verwendbar gehalten. Sie läfst daher die Zahnräder dauernd im Eingriff, so dafs Beschädigungen und Brüche

der Räder, wie sie beim Kraftwagengetriebe bei falscher Handhabung leicht möglich sind, vermieden werden. Die Räder drehen sich lose auf den Getriebewellen und werden erst durch Reibungskupplungen mit diesen verbunden. Es sind also stets soviel Kupplungen wie Geschwindigkeitsstufen, vorhanden. Zu jeder Kupplung gehört wieder ein Prefsluftzylinder, der vom Fahrschalter aus gesteuert wird. Die Kupplungen sind so kräftig bemessen, dafs ein Gleiten auch bei starker Beanspruchung nicht eintritt. Die Abnutzung ist gering, da nur geringe Reibungsarbeit zu leisten ist. Der Übergang von der einen zur anderen Geschwindigkeit spielt sich in der Weise ab, dafs bei dem Weiterbewegen des Schalthebels der eine Luftzylinder entlüftet und dadurch das bisher treibende Zahnrad entkuppelt wird. Erst nachdem dies geschehen ist, erhält der nächste Zylinder Druck und kuppelt die neue Übersetzung ein. Gleichzeitiges Zusammenarbeiten zweier Übersetzungen und Beschädigung des Getriebes dadurch ist also nicht möglich.

Das ganze Getriebe macht in seiner kräftigen, zweckentsprechenden Bauart einen guten Eindruck. An das Getriebe angebaut ist der dreistufige Luftverdichter, der die für die


Abb. 3. Wendegetriebe der A. E. G.




Steuerung und Bremsung notwendige Luftmenge liefert. Mit dem Wechselgetriebe ist durch ein kurzes Wellenstück und zwei elastische Kupplungen das Wendegetriebe verbunden (Abb. 3). Hier hat man zur Vereinfachung die verschiebbaren Zahnräder, die aber auch durch Prefsluft bewegt werden, beibehalten. Gefahr für die Zahnräder besteht nicht, da durch eine geeignete Verriegelung auf dem Führerstand das Wendegetriebe nur bei Stillstand des Wagens betätigt werden kann. Von dem Wendegetriebe aus führt nunmehr in entgegengesetzter Richtung eine schräge Gelenkwelle zum Antrieb der inneren Drehgestellachse. Dieser Antrieb enthält ein einfaches Kegelräderpaar, durch deren Auswechslung die einzelnen Geschwindigkeiten des Wagens entsprechend den zu befahrenden Streckenverhältnissen leicht geändert werden können. Motor, Getriebe und Wendegetriebe sind in die mittleren Längsträger des Wagenuntergestelles eingebaut

Ein sehr wichtiger Punkt für die Unterhaltung der Verbrennungstriebwagen ist die leichte Zugänglichkeit und Ausbaumöglichkeit der einzelnen Teile. Der Motor ist vom Führerstand aus durch die Seitenklappen in der Haube zugänglich. Sein Ausbau erfolgt nach Abnahme des Kühlers nach vorn heraus. Das Geschwindigkeits- und Wendegetriebe ist durch Bodenklappen von oben zu besichtigen. Der Ausbau kann nach Abnahme der Auflagerplatten nach unten erfolgen. Immerhin erfordert der Austausch von Tirebwerksteilen eine mehrtägige Arbeit.

Der Wagen wird elektrisch durch eine Lichtdynamo beleuchtet, und durch das Kühlwasser der Motoren, das durch Rohrschlangen unterhalb der Bänke hindurchgeleitet wird, geheizt.

Bei den Fahrten des Wagens zwischen Wannsee und Seddin konnte festgestellt werden, dafs der Antrieb in jeder Weise einwandfrei arbeitet. Der Übergang von einer Geschwindigkeitsstufe zur anderen erfolgt langsam ohne Stofs, die Bedienung aller Einrichtungen ist einfach und zuverlässig. Die beiden Motoren sind gut ausgeglichen und arbeiten geräuschlos, Belästigungen durch die Auspuffgase und durch Benzolgeruch treten nicht ein. Erschütterungen im Innern des Wagens rührten anscheinend davon her, dafs die Bewegungen der schwächeren, mittleren Langträger unmittelbar auf den Wagenboden übertragen wurden. Zweckmäfsig wäre es, die Getriebeteile nicht an den Mittelträgern, sondern an den stärkeren Aufsenträgern aufzuhängen.

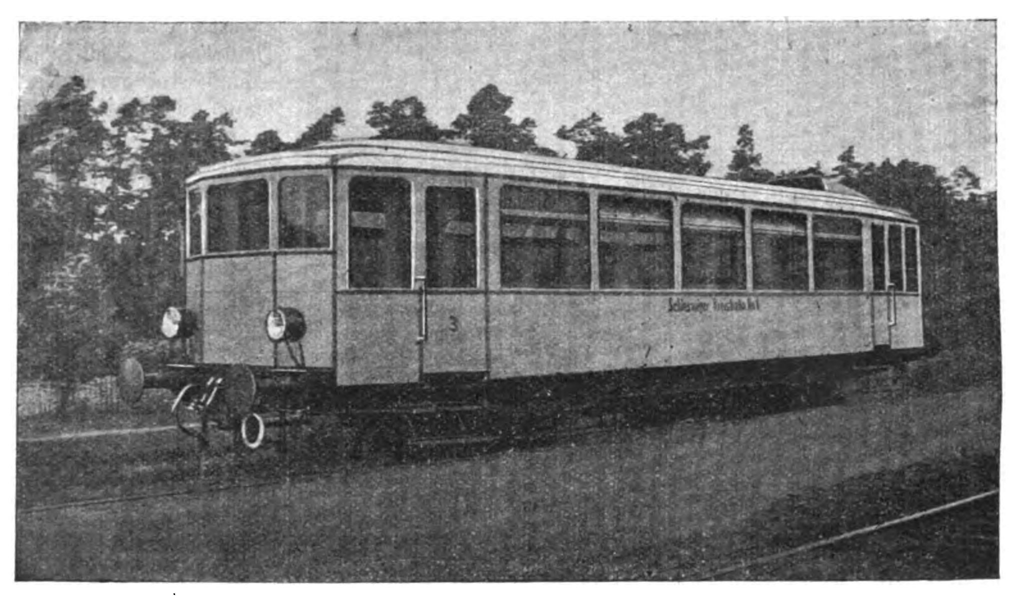
Zusammenfassend läfst sich sagen, dafs der Wagen gut durchgebildet, betriebssicher und in jeder Weise zweckentsprechend ist.

### 2. Zweiachsiger Triebwagen der A. E. G.

Der zweiachsige Triebwagen der gleichen Firma besteht aus einem Rahmen aus Walzeisen, der auf den in Achsgabeln geführten freien Lenkachsen ruht. Der aufgesetzte hölzerne Wagenkasten enthält einen Mittelraum mit 50 durch einen Gang getrennten Sitzplätzen. Er ist gegen die beiden Vorräume durch Trennwände mit Schiebetüren abgeschlossen. Der Zugang erfolgt wie bei den grofsen Wagen von den Enden aus. Die Ausstattung des Wagens ist gut, die grofsen Fenster geben ihm ein gefälliges Aussehen. Die Vorräume enthalten die Führerstände mit sämtlichen für die Bedienung des Wagens notwendigen Einrichtungen.

Die Anordnung des Motors sowie der ganze Antrieb ist in gleicher Weise ausgeführt wie bei den grofsen Wagen, aber mit dem Unterschied, dafs nur ein Motor vorhanden und nur eine Achse angetrieben ist. Abb. 4 zeigt den Wagen in Aufsenansicht.

Abb. 4. Zweiachsiger benzolmechanischer Triebwagen der A. E. G.



Diese zweiachsige Anordnung kann als die Ursprungsbauart der A. E. G. angesehen werden, aus der dann durch Verdopplung der erprobten Maschineneinrichtung der vierachsige Wagen entstanden ist.

Bei den Probefahrten lief der Wagen ruhig, die Erschütterungen im Wageninnern waren gering. Die Schaltung arbeitete einwandfrei. Die vorgeschriebenen Geschwindigkeiten wurden von dem Wagen auch bei voller Besetzung leicht erreicht.

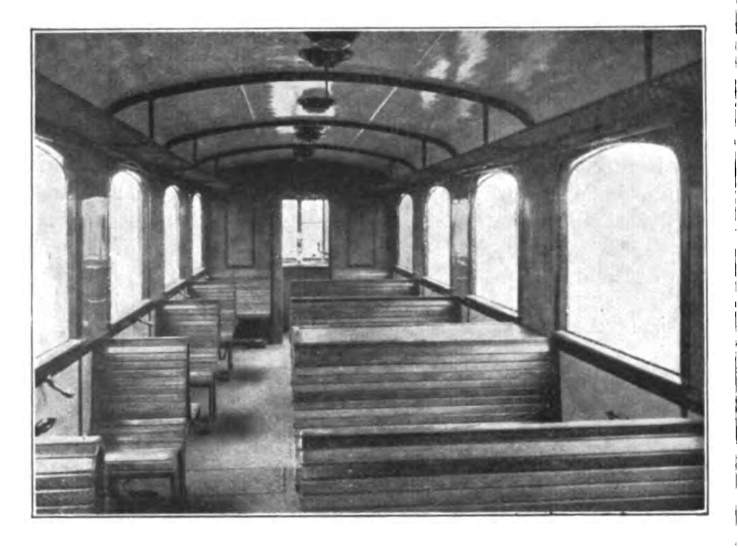
Von beiden Wagenarten hat die A. E. G. bereits eine gröfsere Anzahl geliefert, die teilweise schon mehrere Jahre in Betrieb sind. Die kleinen Wagen sind hauptsächlich für Nebenbahnstrecken mit geringem Verkehr geeignet, während die grofsen vierachsigen für den Zubringerdienst auf Hauptbahnstrecken zu verwenden sind.

### 3. Vierachsiger benzolmechanischer Triebwagen der Deutschen Werke, A.-G., Kiel.

Nächst der A. E. G. haben die Deutschen Werke schon frühzeitig den Bau von Motortriebwagen aufgenommen und verfügen daher ebenfalls über weitgehende Erfahrungen. Der ausgestellte Wagen gehörte der kleineren Type IV mit 100 PS Motorleistung an.

Das Untergestell aus Prefsblechen ist mit dem eisernen Wagenkasten zu einem Stück vereinigt, so dafs sich trotz geringen Gewichtes ein sehr biegungsfester Körper ergibt. Die Raumverteilung ist die übliche. Der Innenraum enthält hölzerne, durch einen Gang geteilte Querbänke. Er ist gegen die Vorräume durch Zwischenwände mit Türen abgeschlossen. In den beiden Vorräumen sind die Führerstände untergebracht, die aufser dem Gasregulierhebel, der Schaltung für das Wechselgetriebe, eine elektrische Solenoidbremse, Handbremse, Signalbetätigung und einen Umlaufzähler für den Motor enthalten.

Abb. 5. Benzolmechanischer Triebwagen der Deutschen Werke. Wageninneres.

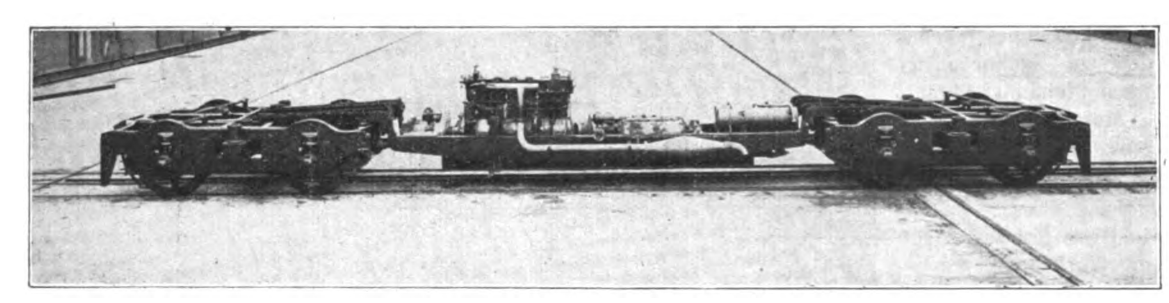


Der Wagenkasten ruht auf zwei Drehgestellen mit verhältnismäfsig kurzem Radstand und kleinem Raddurchmesser. Die Träger sind aus Prefsblechen hergestellt und gegen die Achsbuchsen, die mit Rollenlagern ausgerüstet sind, durch Wickelfedern abgestützt. Ein Querträger nimmt den Drehzapfen auf und trägt noch weitere Spiralfedern, auf denen der Wagenkasten ruht.

Besonderen Wert hat die Firma auf die Durchbildung der Maschinenanlage gelegt. Sie hat der leichten Austauschbarkeit der Maschinenanlage besonders Rechnung getragen durch eine Anordnung, bei der Motor, Getriebe und Brennstoffbehälter in einem Rahmen eingebaut sind, der sich auf die Drehgestelle stützt und mit ihnen ein bewegliches, aber zusammenhängendes Ganze bildet. Bei dieser Anordnung ist es möglich, nach Anheben des Wagenkastens Drehgestelle und Maschinenrahmen herauszufahren, den Maschinenteil unter dem Kran gegen einen anderen auszuwechseln und nach kurzer Zeit alles wieder unter den Wagenkasten zu bringen. Wird für eine Anzahl Triebwagen ein Maschinengestell als Ersatz beschafft, so kann durch Austausch die Untersuchung aller Maschinenanlagen vorgenommen werden, ohne dafs die Wagen selbst lange aus dem Betrieb gezogen zu werden brauchen. Die Trennung von Antrieb und Wagenkasten hat ferner den Vorteil, dafs keine Geräusche auf den Wagenboden übertragen werden. Bei dem Ausstellungswagen war diese Anordnung noch nicht restlos durchgeführt, da man zur Entlastung der angetriebenen inneren Achsen den Maschinenrahmen aufserdem noch federnd am Wagenkasten aufgehängt hatte. Neuerdings werden jedoch Maschinengestell und Wagenkasten vollkommen getrennt.

Abb. 6 zeigt das Fahrgestell. Der Motor ist ein Sechszylindermotor eigener Bauart mit hängenden Ventilen. Er ist mittels elastischer Kupplungen mit dem Wechsel- und Wendegetriebe verbunden, das gegenüber den anderen Ausführungen einige Unterschiede zeigt. Man hat bei dem Getriebe von dauernd im Eingriff befindlichen Zahnrädern mit Kupplungen abgesehen und die im Kraftwagenbau verwendeten verschiebbaren Zahnräder mit einer Hauptkupplung beibehalten. Der Übergang von einer Geschwindigkeitsstufe zur anderen spielt sich also folgendermafsen ab: Zunächst wird mittels des Gasdrosselhebels auf dem Führerstand die Motordrehzahl herabgesetzt. Dann wird durch Niedertreten eines Fufstrittes, der sich ebenfalls auf dem Führerstand befindet, die Hauptkupplung ausgerückt. Nun verschiebt der Fahrer durch Drehen des Handrades die Zahnräder des Wechselgetriebes und zwar werden zunächst die Zahnräder des zuletzt benutzten Ganges aufser

Abb. 6. Benzolmechanischer Triebwagen der Deutschen Werke. Fahrgestell.



Eingriff gebracht und darauf die Räder der nächsten Übersetzung ineinander geschoben. Ist dies geschehen, so wird die Fufskupplung langsam wieder eingelassen und gleichzeitig die Gasdrossel geöffnet, so dafs eine stofsfreie Geschwindigkeitszunahme erfolgt.

Genau wie bei dem Kraftwagen, erfordert auch diese Schaltung ein gewisses Feingefühl und Übung des Fahrenden. Bei den pneumatischen Betrieben mit feststehenden Zahnrädern

Der Wagen wird bedient durch ein Handrad zur Schaltung des Wechselgetriebes, einen Hebel zur Drosselung des Motors, einen weiteren Hebel für die Solenoidbremse und ein Handrad für die Handbremse.

Abb. 5 zeigt das Wageninnere. Der ganze Raum macht einen freundlichen Eindruck bei zweckentsprechender Bauart. Die innere Verkleidung besteht aus Holz, die Fenster sind breit und gröfstenteils herablafsbar.

und Einzelkupplungen ist ein falsches Schalten nicht möglich, da die Kupplungszeiten von der Einstellung der Luftwege abhängig sind und festliegen. Die Bedienung wird dadurch mechanischer und einfacher. Andererseits ist nicht zu verkennen, dafs die Auto-Schaltung einem guten geschickten Fahrer die Möglichkeit gibt, die Schnelligkeit der Schaltung den Betriebsverhältnissen anzupassen und dadurch mehr aus dem Wagen herauszuholen. Die grofse Zahl der von den Deutschen Werken bisher mit diesem Getriebe ausgerüsteten und in Betrieb befindlichen Wagen ist Beweis, dafs diese Schaltung in jeder Weise den anderen gleichwertig, ihnen vielleicht sogar dadurch überlegen ist, dafs alle Bewegungsübertragungen mechanisch erfolgen und die erschwerende Verwendung von Prefsluft entfällt. Ein Nachteil dieser Schaltung besteht allerdings darin, dafs sich die Steuerung mehrerer Triebwagen von einem Führerstand aus auf rein mechanischem Wege schwer durchführen läfst.

Vom Getriebe aus wird die Antriebskraft durch gelenkig angeordnete Wellen auf die beiden inneren Achsen der Drehgestelle übertragen. Der Maschinengestellrahmen ist nach unten durch eine kräftige Blechwanne abgeschlossen, die Verschmutzungen und Beschädigungen verhindert.

Zur Rückkühlung des Motorkühlwassers dienen zwei auf dem Dache angebrachte Kühlelemente. Im Winter wird das Kühlwasser zum Heizen des Wagens benutzt.

Die beiden Bosch-Lichtdynamos, die mit in das Maschinengestell eingebaut sind, liefern den Strom zur Beleuchtung des Wagens und zum Anwerfen des Motors. Zur Aufspeicherung dient eine Akkumulatoren-Batterie, die auch den Strom für die Solenoid-Bremse hergibt.

Bei den mit diesem Wagen ausgeführten Fahrten zeigte sich, dafs die Bedienung des Getriebes keinerlei Schwierigkeiten bietet. Die Anfahrbeschleunigung war gut, die Höchstgeschwindigkeit wurde schnell erreicht. Infolge der Trennung von Maschine und Wagenkasten waren im Innern des Fahrzeuges keinerlei Maschinengeräusche zu vernehmen. Bei höheren Geschwindigkeiten wurde der Lauf des Wagens etwas unruhig, was auf den kurzen Radstand zurückzuführen ist.

Aufser vorstehendem Wagen hatten die Deutschen Werke kurze Zeit auch einen Wagen, der Deutschen Eisenbahn-Betriebs-Gesellschaft gehörig, in gleicher Bauart ausgestellt, bei dem zum Betrieb des Verbrennungsmotors nicht Benzol, sondern Sauggas verwendet wurde. Zur Erzeugung des Gases dienten früher zwei Generatoren der Firma Niebaum & Gutenberg, die später durch einen Erzeuger der Firma Pintsch ersetzt worden sind. Mit dem Wagen sind im Sommer längere Versuchsfahrten auf der Privat-Nebenbahn Vorwohle—Emmertal ausgeführt worden, die günstig verliefen.

Die wirtschaftlichen Ergebnisse waren gut, doch zeigte es sich, dafs der Brennstoffverbrauch in hohem Mafse davon abhing, wie der Fahrer den Motor bediente, ob Gefälle ausgenutzt, die Geschwindigkeitsumschaltung rechtzeitig vorgenommen und wie das Feuer des Generators behandelt wurde. Die Versuche ergaben ferner, dafs die Reinigung des Gases ausreichend ist, da sich selbst nach längerer Betriebszeit am Motor keinerlei durch Staub hervorgerufene Abnutzungen feststellen liefsen. Als sehr vorteilhaft bei allen Untersuchungen erwies sich die leichte Auswechselbarkeit des Maschinengestelles.

Der Betrieb eines Sauggaswagens geht in der Weise vor sich, dafs zunächst etwa 15 Min. lang der Generator mit Gebläse angeheizt wird. Dann kann die Fahrt beginnen; während dieser bleibt der Generator unberührt. Ein besonderer Bedienungsmann ist also nicht nötig. Erst nach etwa 50 km — je nach dem Gelände und der Gröfse des Generators — ist während des Aufenthaltes Brennstoff nachzufüllen, was etwa 3 Min. Zeit in Anspruch nimmt. Der durch den geringeren Heizwert des Gases verursachte schlechtere Wirkungsgrad des Motors kann durch höhere Kompression wieder ausgeglichen werden. Zum Anlassen und als Sicherheit bei Störungen des Generators wird aufserdem noch ein Benzolvergaser vorgesehen, der ein Umschalten von Sauggas auf Benzol gestattet.

Während die vorstehend angeführten Firmen schon eine gröfsere Anzahl Triebwagen gebaut haben, sind die folgenden Fabriken erst seit neuerer Zeit zum Bau von Verbrennungstriebwagen übergegangen. Die ausgestellten Fahrzeuge sind daher fast durchgehend Versuchsaufführungen und für die zu entwickelnde Grundbauart nicht immer mafsgebend. Bei allen diesen Wagen handelte es sich in erster Linie um Erprobung des Getriebes als des wichtigsten Teiles der verbrennungsmechanischen Wagen. Auf die Ausbildung des Wagenkastens selbst ist daher teilweise weniger Wert gelegt worden.

4. Vierachsiger Triebwagen der Waggonfabrik Wismar und der Maybach-Motorenbau-Gesellschaft Friedrichshafen mit Dieselmotor (Abb. 7).

Der vorstehende Wagen, nach dem Konzern Eisenbahn-Verkehrsmittel-A.-G. auch kurz Eva-Wagen genannt, weicht erheblich von den bisher beschriebenen Bauarten ab.

Der eiserne Wagenkasten ruht auf zwei Drehgestellen von 2,70 m Radstand, von denen das eine reines Laufdrehgestell ist, während das andere die gesamte Maschinenanlage enthält.

Der Vorraum über dem Laufdrehgestell enthält einen Abort und kann im übrigen als Gepäckraum benutzt werden, da der Führerstand noch besonders verschliefsbar ist. Der Zugang zum Wageninneren erfolgt nicht durch die Führerstände hindurch, sondern es sind hier für die Fahrgäste besondere Türen angeordnet, die auf einen kleinen Vorraum führen, von dem aus durch eine Tür das Wageninnere zu erreichen ist. Der Führerstand der Motorseite — auch als Motorraum bezeichnet — ist von aufsen durch zwei Doppeltüren zugänglich. Das gleiche gilt von dem Gepäckraum der anderen Seite. Die Sitzbänke sind in üblicher Weise angeordnet. Die breiten, festen Fenster haben bewegliche obere Lüftungsklappen.

Die Drehgestelle fallen durch den grofsen Radstand auf, der sich aus dem Einbau der Maschinenanlage ergibt. Andererseits war es dadurch möglich, lange Wiegefedern anzuordnen, die einen besonders ruhigen Lauf des Wagens ermöglichen. Durch seine günstigen Abmessungen und die grofsen Glasflächen macht der Wagen einen sehr gefälligen Eindruck.

Beachtenswert ist die Maschinenanlage, da bei ihrem Entwurf besondere Gesichtspunkte mafsgebend waren. Zunächst schuf man einen schnellaufenden, sechszylindrigen Rohölmotor nach dem Dieselverfahren, durch den die Verwendung von allen billigen, nicht explosiblen Betriebsstoffen möglich ist. Weiterhin ging man dazu über, das Anfahrmoment nicht durch eine schleifende Kupplung zu übertragen, deren Leistung stets begrenzt ist, sondern man kuppelte den Motor fest und liefs ihn mit hochgespannter Luft an. Man erreichte so Anzugkräfte, die anderenfalls nur durch eine bedeutend gröfsere Maschinenanlage zu erzielen wären. Leider stehen ja Anfahr- und Dauerzugkraft bei allen Triebfahrzeugen in keinem rechten Verhältnis zu den entsprechenden Fahrwiderständen. Daher stets das Bestreben, durch Hilfsmittel die Anfahrzugkraft zu erhöhen. Es soll hier nur an die Hilfsdampfmaschinen der meisten amerikanischen Lokomotiven (booster) erinnert werden. Ohne Frage ist die Anfahrvorrichtung des Eva-Wagens eine beachtenswerte Lösung für alle solche Triebwagen, die mehrere Anhänger mit sich führen sollen. Bei Versuchsfahrten ist es durch diese Anfahrweise möglich gewesen, ein Zuggewicht von 430 t in kurzer Zeit auf eine Geschwindigkeit von 10 km/Std. zu beschleunigen (Abb. 8).

Das Kegelräderpaar ist mit in den Getriebekasten hineingelegt. Man kam so zu einer leichteren Bauart des Parallel-

Kurbelgetriebes mit Blindwelle, wie sie bei elektrischen Lokomotiven seit langem in Benutzung ist.

Abb. 9 gibt ein Bild des Maschinendrehgestelles. Rechts ist der Motor eingebaut, daran schliefst sich unmittelbar das Wechsel- und Wendegetriebe an, das mit der Blindwelle zusammen einen einzigen Block bildet.

Das Getriebe ist ein Zahnradgetriebe mit vier Geschwindigkeiten, dauernd im Eingriff befindlichen Zahnrädern und durch Prefsluft betätigten Kupplungen. Das Kegelradpaar zum Antrieb der Blindwelle ist mit in das gleiche Gehäuse eingebaut. Die Schaltvorgänge spielen sich in gleicher Weise ab, wie bei den anderen Prefsluftgetrieben, nur, wie bereits eingangs erwähnt,

Abb. 7. Verkleinerte Konstruktionszeichnung des Eva-Triebwagens.

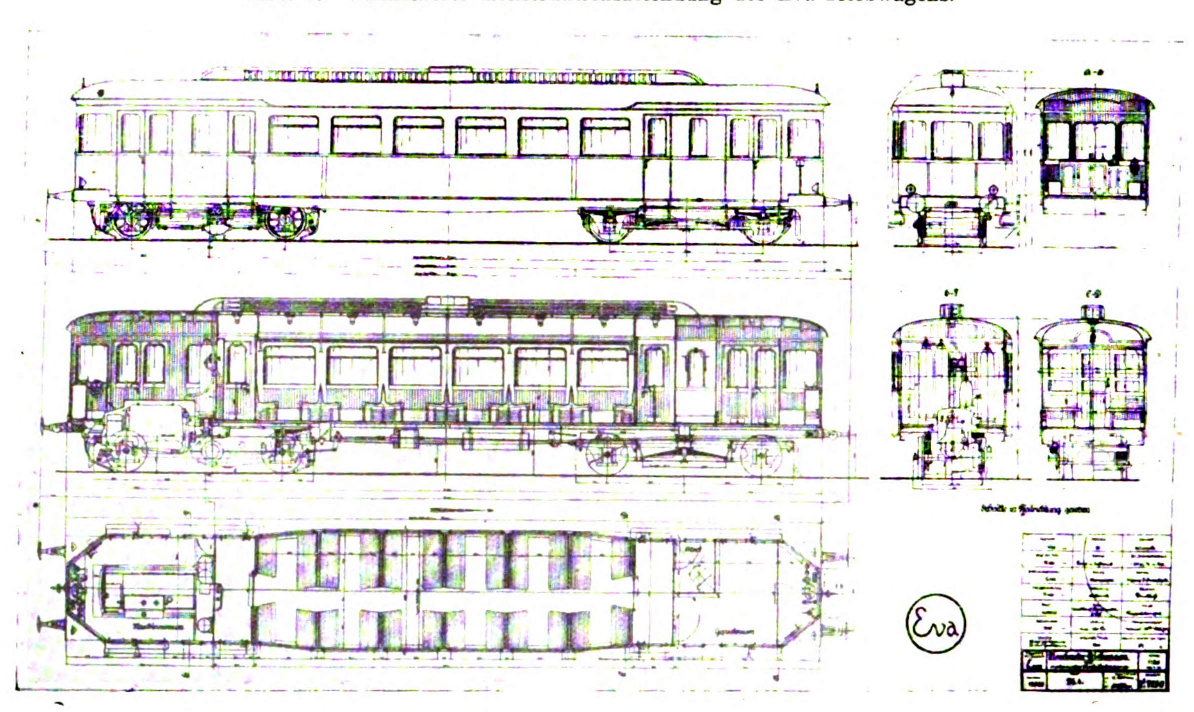



Abb. 8. Belastungsfahrt des „Eva"-Triebwagens.



Der sechszylindrige Rohölmotor leistet bei 1300 Umdr./Min. 150 PS. An den Motor ist der Hochdruckluftpresser angebaut, der die zum Einspritzen und Anlassen erforderliche Prefsluft liefert. Das Motorgehäuse bildet einen Block, in den die Zylinderköpfe eingesetzt sind. Die Steuerwellen sind durch Kappen verdeckt, so dafs sich eine glatte übersichtliche Bauart ergibt. Bei dem Motor sind die im Luftschiff- und Kraftwagenmotorenbau gesammelten Erfahrungen verwertet, so dafs hier eine technisch gut durchgebildete Konstruktion vorliegt.

mit dem Unterschied, dafs vor dem Anfahren der erste Gang fest eingekuppelt und dann der Motor mit dem Fahrzeug zusammen durch Prefsluft in Bewegung gesetzt wird. Es mufs daher bei jedem Halten auch der Motor stillgesetzt werden.

Die Ausrüstung des Führerstandes ist in der Hauptsache die gleiche wie die der übrigen Wagen, da es sich stets um die gleichen Bedienungsvorgänge handelt.

Bei den Probefahrten erfolgte das Anfahren stets ohne Schwierigkeit, da schon nach wenigen Metern Weg die Zündung

des Motors einsetzt. Infolge des besonderen Maschinengestelles waren keinerlei Erschütterungen oder Maschinengeräusche im Wageninneren zu vernehmen. Der Lauf war durch den grofsen Radstand sehr ruhig. Die bei gröfseren Versuchsfahrten erreichten Brennstoffverbrauchszahlen sind sehr günstig, so dafs diese Triebwagenbauart als sehr wirtschaftlich bezeichnet werden kann.

wechsel unabhängig von der Geschicklichkeit des Fahrers vor sich geht. Dieser stellt vor dem Umschalten nur den Gangwähler auf den neuen Gang ein, drosselt etwas den Motor und rückt dann für 1 bis 2 Sek. die Hauptkupplung aus. In dieser Zeit schaltet sich der neue Gang selbsttätig ohne Stofs ein, so dafs nach Einlegen der Hauptkupplung der Wagen mit der neuen Übersetzung fährt. Die Hauptkupplung wird mittels

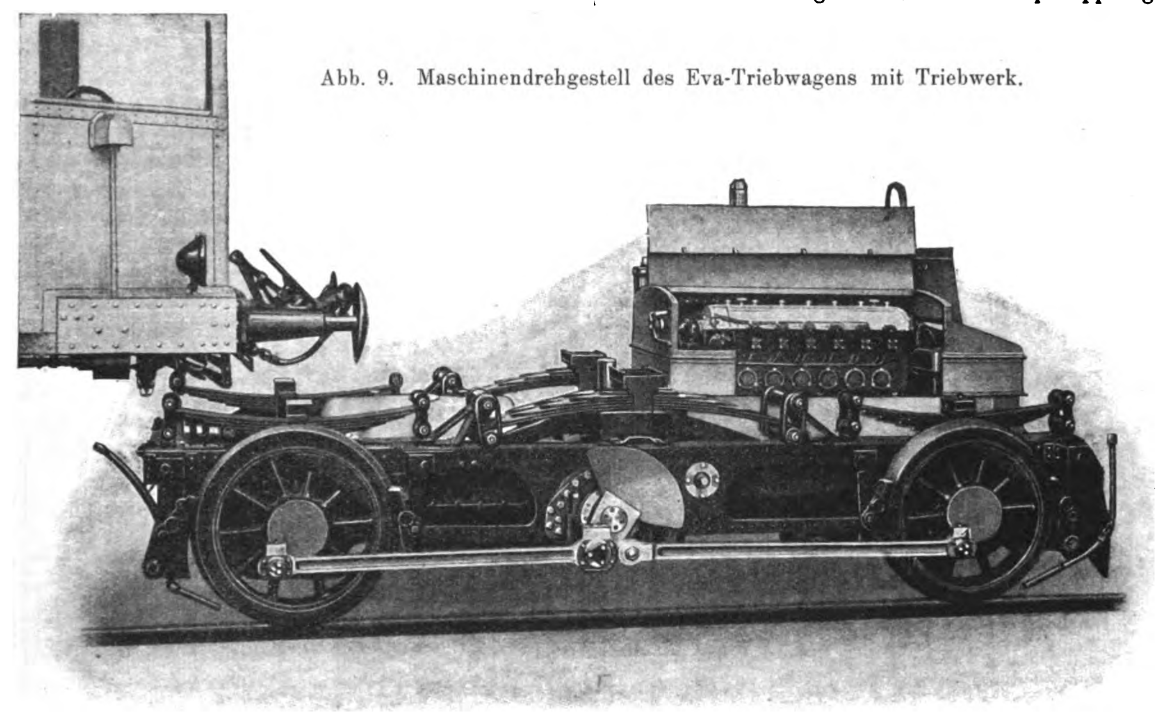


Abb. 9. Maschinendrehgestell des Eva-Triebwagens mit Triebwerk.

5. Vierachsiger Benzoltriebwagen der Hannoverschen Waggonfabrik A.-G.

Der von der »Hawa« ausgestellte schmalspurige Triebwagen gehört einer holländischen Bahnverwaltung. Es ist ein Drehgestellfahrzeug, dessen Ausrüstung aus zwei Maschinenanlagen von je 75 PS besteht. Da der Wagen im Bäderverkehr laufen soll, ist auf seine Ausstattung ganz besonderer Wert gelegt. Der eiserne Wagenkasten ist innen und aufsen mit Holz verkleidet und besitzt an jedem Ende einen Führerstand, der gegen den Mittelraum durch Zwischenwände mit Türen abgeschlossen ist. Das Einsteigen erfolgt auch hier durch die Vorräume hindurch. Der Innenraum besitzt gepolsterte Querbänke und wirkt durch seine gediegene Ausstattung und die breiten Fenster sehr günstig. Die Beleuchtung ist elektrisch, die Heizung bewirkt das warme Kühlwasser.

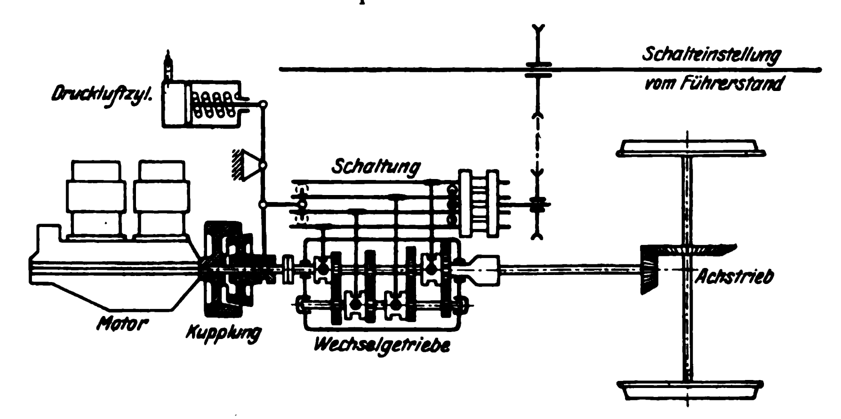
Die Maschinenanlage ist dadurch bemerkenswert, dafs eine von der gewöhnlichen Ausführung abweichende Schaltung verwendet wird (Abb. 10).

Der Motor ist ein vierzylindriger Daimlermotor üblicher Bauart, der mit dem Getriebe zusammen in einen Maschinenrahmen eingebaut ist, der am Wagenkasten federnd aufgehängt wird. Vom Maschinenrahmen aus wird mittels Welle und elastischer Kupplung das Kegelradgetriebe der inneren Drehgestellachse angetrieben. Die gleiche Maschinenanlage ist unter der anderen Wagenhälfte noch einmal eingebaut. Das Getriebe besitzt vier Geschwindigkeiten, mit dauernd im Eingriff stehenden Zahnrädern. Die Zahnräder werden jedoch nicht durch einzelne Reibkupplungen mit den Wellen verbunden, sondern durch einfache Klauenkupplungen. Die Reibungsarbeit wird durch eine Hauptkupplung geleistet, die entsprechend kräftig gebaut und leicht zugänglich ist. Die Schaltung ist ferner so ausgebildet, dafs der Geschwindigkeits-

Prefsluft durch Drehen des Führer-Luftbremsventils, das für diesen Zweck mit einer besonderen Stellung versehen ist, geschaltet.

Im Getriebe (Abb. 10) selbst spielen sich während des Schaltens folgende Vorgänge ab: Durch Drehung des Gangwählers wird im Getriebe eine Schaltscheibe so gestellt, dafs ihr Ausschnitt vor einem Ansatz der Schaltstange des zu wählenden Ganges tritt; hinter dieser Schaltscheibe befindet sich eine Kupplungsbremse, die dazu dient, während des Umschaltvorganges die Drehzahl des leerlaufenden Getriebes soweit zu verringern, dafs ein Einrücken der Klauenkupplungen bei gleicher Drehzahl beider

Abb. 10. Schaltplan des Hawa-Getriebes.




Teile möglich ist. Die Schaltstangen der einzelnen Gänge stehen mit dem Betätigungshebel der Hauptkupplung unter Zwischenschaltung einer Ausgleichvorrichtung in Verbindung. Wird nun vom Fahrer durch Drehen des Bremsventils der Einrückzylinder der Hauptkupplung entlüftet und diese damit ausgerückt, so werden gleichzeitig durch das Ausgleichgestänge

die Schaltstangen des laufenden und des neuen Ganges bewegt. Dadurch wird erst der in Eingriff gewesene Gang durch Ausrücken der Klauenkupplung gelöst und gleichzeitig die Schaltstange des neuen Ganges mit ihrem Ansatz durch den Ausschnitt der Schaltscheibe hindurch geschoben und damit die Kupplungsbremse angedrückt. Die Drehzahl der leerlaufenden Getriebewelle wird dadurch stark herabgesetzt. Wird jetzt die Hauptkupplung wieder eingerückt, so wird die Schaltstange des neuen Ganges zurückbewegt und damit die Klauenkupplung eingerückt.

Diese Schaltungsweise ist betrieblich sicherlich von Vorteil, es fragt sich nur, ob die Abbremsung der Zwischenwelle stets so gleichmäfsig erfolgt, dafs das Einrücken der Klauenkupplung wirklich ohne Stofs erfolgt und Brüche vermieden werden. Die weiteren Erfahrungen mit diesem Getriebe müssen daher erst abgewartet werden.

Vom Getriebe aus übertragen kräftige Gelenkwellen das Drehmoment auf die innere Achse des Drehgestelles.

Die Ausrüstung der Führerstände entspricht im übrigen der normalen Bauart.

Fahrversuche mit diesem Wagen sind erst nach seiner Überführung nach Holland geplant.

6. Zweiachsiger Benzoltriebwagen der Gothaer Waggonfabrik A.-G.

Der Versuchswagen der Gothaer Waggonfabrik sollte in erster Linie zur Erprobung des Antriebs dienen. Der Wagenkasten wurde daher nach den Regeln der Reichsbahn in Eisen mit Führerständen an beiden Enden ausgeführt. Die beiden Achsen, von denen die eine angetrieben wird, sind ebenfalls in jeder Weise normal. Der Innenraum ist in je eine Hälfte 3. und 4. Klasse geteilt. Eine Mittelbank 4. Klasse ist abnehmbar und bildet den oberen Zugang zum Motor.

Die Maschinenanlage ist in einem besonderen Rahmen untergebracht, der am Wagenkasten aufgehängt ist. Gut ist die Ausbaufrage gelöst. Im Wageninneren über der Maschinenanlage sind am Wagendach Haken zur Aufnahme von Flaschenzügen angebracht, mit denen Motor und Getriebe nach Öffnung der Bodenklappen angehoben werden können. Es lassen sich dann die Pafsstücke zwischen den Auflagertatzen und den Trägern herausnehmen, so dafs die Teile nach unten in die Arbeitsgrube abgesenkt werden können. Ein Austausch ist so in kurzer Zeit möglich.

Der Motor besitzt sechs Zylinder und leistet bei 1000 Umdrehungen etwa 80 PS. Das Anlassen erfolgt elektrisch, gegen Überschreitung der Drehzahl ist ein Regler vorgesehen. Zur Rückkühlung des Kühlwassers sind unter den Führerständen Rippenrohre angebracht.

Das Getriebe ist ein Viergang-Wechsel- und Wendegetriebe mit in dauerndem Eingriff stehenden Zahnrädern, die durch mit Prefsluft betätigte Reibungskupplungen geschaltet werden. Mit dem Getriebe verbunden ist der Luftverdichter für Schaltung und Bremse. Die Führerstandausrüstung bietet sonst nichts besonderes.

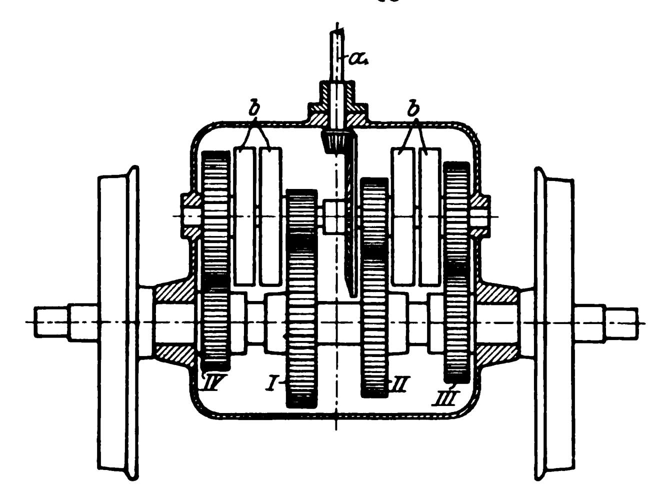
Der Wagen erreichte bei den Versuchsfahrten ohne Schwierigkeit eine Geschwindigkeit von 50 km. Der Lauf war ruhig und stofsfrei, Erschütterungen waren kaum zu bemerken. Die Umschaltung erfolgte ohne Schwierigkeit.

7. Zweiachsiger Benzoltriebwagen der Sächsischen Waggonfabrik Werdau.

Auch dieser zweiachsige eiserne Wagen entspricht in seinem Aufbau den Vorschriften der Reichsbahnverwaltung. Die Achsen, von denen die eine angetrieben wird, laufen in Jägerschen Rollenlagern. Anordnung der Führerstände und die innere Ausstattung entsprechen den vorhergehenden Ausführungen. Die hölzernen Sitzbänke sind mit wendbaren Rückenlehnen ausgerüstet, um stets ein Sitzen in der Fahrtrichtung zu ermöglichen.

Die Maschinenanlage besteht aus einem mehrzylindrigen Benzolmotor, der in einen Führerstand eingebaut ist. In der Stirnwand ist der Wabenkühler untergebracht. Eine Mittelwelle treibt das Wendegetriebe, das etwa in Wagenmitte angeordnet ist, an. Neu ist die Vereinigung von Wechselgetriebe und Achsantrieb, bei der der Getriebekasten des vierstufigen Getriebes die Achse umschliefst (Abb 11). Der Antrieb erfolgt vom Wendegetriebe aus durch eine gelenkige Kardanwelle. Das Getriebe besitzt dauernd ineinander greifende Zahnräder, die durch Reibkupplungen mit Prefsluftbetätigung geschaltet werden. Diese Getriebeanordnung bietet zwar den Vorteil, dafs durch Anordnung der Kegelräder vor den Getrieberädern erstere schwach beansprucht und dadurch leicht werden, es erscheint aber bedenklich, das schwere Getriebe völlig unabgefedert den Schienenstöfsen auszusetzen. Es müssen daher erst weitere Erfahrungen abgewartet werden.

Abb. 11. Getriebe der Sächsischen Waggonfabrik A.-G. Werdau i. Sa.




Bei den Versuchsfahrten schaltete der Wagen ruhig und stofsfrei, die Anfahrbeschleunigung war gut.

8. Vierachsiger Benzoltriebwagen der Düsseldorfer Eisenbahnbedarf A.-G.

Diese Firma hat zusammen mit einer holländischen Maschinenfabrik einen eisernen Drehgestell-Triebwagen gebaut, der jedoch infolge seiner leichten Bauart mehr für Strafsenbahnbetrieb geeignet ist. Die Maschinenanlage besteht aus je einem Benzolmotor von 30 PS, der mit einem hydraulischen Getriebe zusammengebaut ist, von dem beide Achsen des Drehgestelles angetrieben werden.

Dieser Triebwagen ist der einzige, der mit einem Flüssigkeitsgetriebe ausgerüstet ist. Drehgestell und Maschinenanlage lassen sich leicht ausbauen.

---

Die vorstehend gegebenen Einzeldarstellungen zeigen das Bestreben aller Firmen, den Verbrennungstriebwagen zu einem betriebssicheren, wirtschaftlichen und leicht zu bedienenden und unterhaltenden Fahrzeug zu machen. Wenn es sich auch in vielen Fällen noch um Versuchsausführungen handelte, so hat doch der Probebetrieb gezeigt, dafs trotz der verschiedenen eingeschlagenen Wege das erstrebte Ziel bald erreicht sein wird.

Wenn auch bisher in Deutschland der Dampftriebwagen wegen seiner umständlichen Bedienung und der Abhängigkeit von Wasserstationen nicht weiter entwickelt worden ist, so soll zum Schlusse nicht unerwähnt bleiben, dafs auf der englischen Ausstellung in Wembley ein Dampftriebwagen mit zwei Drehgestellen und 13,06 m Drehzapfenabstand ausgestellt war*), von denen das eine als Triebdrehgestell ausgebildet ist. Eine zwei-

*) Vergl. Organ 1923, Seite 389.

zylindrige Dampfmaschine treibt über eine Blindwelle mittels Ketten die beiden Achsen des Triebdrehgestelles an. Zur Dampferzeugung dient ein stehender Dampfkessel mit 5,4 qm Heizfläche und Überbitzer. Die Beheizung erfolgt mit Kohlen.

Die Höchstgeschwindigkeit beträgt etwa 56 km, der Kohlenverbrauch etwa 1,5 kg Kohle je PS-Std., der Wasserverbrauch 11,3 l je Zugkm.

Der Wagen wiegt betriebsfertig etwa 17,5 t, ist also äufserst leicht und wäre daher für den deutschen Eisenbahnbetrieb wenig geeignet.

Wenn auch Getriebe in Fortfall kommen und das Anzugmoment günstig ist, so dürfte doch wirtschaftlich der Dampfantrieb durch den Verbrennungsmotor, insbesondere bei Verwendung von Sauggas, überholt sein.

## Zur Dynamik der Gleisfahrzeuge.

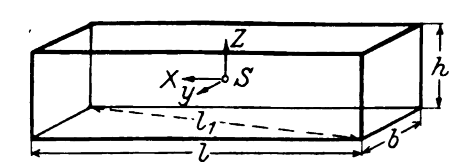
Von **F. Meineke.**

Hierzu Tafel 5.

Im folgenden wird versucht, auf elementarem Wege zu einer praktisch brauchbaren Lösung dynamischer Fragen, wie das Schlingern und die Federung der Wagen zu kommen. Dabei wird vieles, was bekannt ist, aber wenig beachtet wird, benutzt werden. Bevor an das Schlingern herangetreten wird, mufs untersucht werden, welcher Anteil der Gesamtmasse des Fahrzeugs bei einem Spurkranzstofs wirksam ist. Dann folgen Betrachtungen über die Federung und den Kampf mit der Wirkung der Schienenriffeln.

Das Fahrzeug zerfällt in die tote Last $M_1$ (Räder mit Achsbüchsen usw.) und die gefederten Massen $M_2$; letztere werden als Parallelepiped, Abb. 1, betrachtet, durch dessen

Abb. 1.

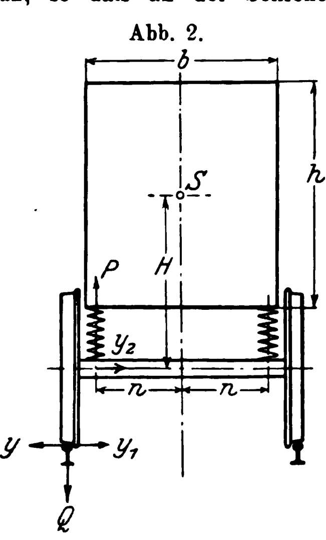



Schwerpunkt S das Achsenkreuz X Y Z gelegt ist. Die in Richtung dieser Achsen wirkenden Kräfte heifsen dementsprechend.

### I. Anlaufen des Fahrzeugs an eine Schiene.

Das Fahrzeug läuft mit einer gewissen Geschwindigkeit an, so dafs an der Schiene eine Kraft Y auftritt, die der Masse des Fahrzeugs eine gradlinige Beschleunigung und eine Winkelbeschleunigung erteilt. Den Massen $M = M_1 + M_2$ entsprechend treten die Seitenkräfte $Y = Y_1 + Y_2$ auf, mit den Beziehungen $Y_1 = pM_1$; $p = Y_1 : M_1$. Die Masse $M_2$ wird mit der Beschleunigung p seitlich verschoben und mit der Winkelgeschwindigkeit $\varepsilon$ am Hebelarm H um S gedreht, Abb. 2. Die Summe der linearen Beschleunigung $p' = Y_2 : M_2$ (2) und der Winkelbeschleunigung $\varepsilon$ am Hebelarm H mufs gleich der Beschleunigung p sein. Also $p = p' + \varepsilon \, . \, H \ldots$ 1). Das Moment $Y_2H$ leistet aufser der Drehung der Masse $M_2$ um S auch eine Formänderungsarbeit durch Zusammendrücken der Tragfedern um das Mafs $\Delta f$, Abb. 3. Folglich ist $Y_2H = \varepsilon J_x + 2\,n\,\Delta\,P$. Daraus folgt $\varepsilon = \frac{Y_2H - 2\,n\,\Delta\,P}{J_x}$

Abb. 2.




und durch Umformung $\varepsilon H = \frac{Y_2 H}{J_x}\left(H - \frac{2\,n\,\Delta P}{Y_2}\right) \ldots$ 3).

Aus der Vereinigung der Gleichungen 1) 2) 3) folgt

$$p = \frac{Y_2}{M_2} + \frac{Y_2 H}{J_x}\left(H - \frac{2\,n\,\Delta}{Y_2}\right) = Y_2\left[\frac{1}{M_2} + \frac{H}{J_x}\left(H - \frac{2\,n\,\Delta P}{Y_2}\right)\right]$$

und $Y_2 = p : \left[\frac{1}{M_2} + \frac{H}{J_x}\left(H - \frac{2\,n\,\Delta P}{J_2}\right)\right]$.

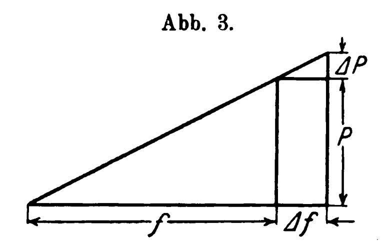
Da $Y = Y_1 + Y_2 = pM_1 + p : \left[\frac{1}{M_2} + \frac{H}{J_x}\left(H - \frac{2\,n\,\Delta P}{Y_2}\right)\right]$

$$\text{folgt } Y = p\left[M_1 + \frac{1}{\frac{1}{M_2} + \frac{H}{J_x}\left(H - \frac{2\,n\,\Delta P}{Y_2}\right)}\right] \ldots \ldots 4),$$

wofür wir schreiben: $Y = p\,M_y$ und $M_y = M_1 + \frac{1}{\frac{1}{M_2} + \frac{H}{J_x}\left(H - \frac{2\,n\,\Delta P}{Y_2}\right)}$ die reduzierte Masse nennen.

Die Masse der Fahrzeugs wirkt genau so, als ob $M_y$ allein sich der Schiene in ihrer Berührungsebene nähere.

Abb. 3.




Um Gleichung 4) praktisch brauchbar zu machen, mufs $J_x$ durch l und b und $\Delta P$ durch die Abmessungen der Tragfedern ausgedrückt werden. Wir setzen $J_x = M_2(b^2 + h^2) : 12$ und beachten, dafs $\frac{\Delta f}{f} = \frac{\Delta P}{P}$, also $\Delta P = \frac{\Delta f}{f} . P$ ist, und

$$\text{erhalten } M_y = M_1 + M_2 : \left(1 + \frac{12\,H\left(H - 2\,n\frac{\Delta f}{f}\frac{P}{Y_2}\right)}{b^2 + h^2}\right) \quad 5).$$

Die Formel zeigt den bekannten günstigen Einflufs hoher Kessellage bei Lokomotiven, die nur durch zu steife Federn oder zu grofse Federbasis beeinträchtigt wird. Jedoch ist bei zeitgemäfsen Lokomotiven mit hochliegendem Kessel, Innenrahmen und weichen Federn ihr Einflufs offenbar nicht grofs. Er kann nur geschätzt werden, weil $\Delta f : f$ von der Durchbiegung der Federn bei einer gewissen Neigung der Lokomotive unter einer zeitlichen Einwirkung der Seitenkraft $Y_2$ abhängt.

Die genaue Bestimmung der Trägheitsmomente durch Rechnung ist in der Praxis zu umständlich. Sie mufs durch eine näherungsweise Festsetzung unter sorgfältiger Wahl von l, b, h ersetzt werden. Man kann wählen:

h bei Lokomotiven vom Spiegel des mittleren Wasserstandes bis zur Rahmenunterkante an den Treibachsen gemessen; bei Rahmen mit Wasserkasten bis zu ihrer Unterkante. Bei Wagen von der Unterkante des Längsträgers bis zur halben Pfeilhöhe des Daches.

b bei Lokomotiven mit Aufsensteuerung: über Mitte Schieber, bei Aufsenzylindern mit Innensteuerung: über Mitte Zylinder, bei Innenzylindern: über Aufsenkante Räder, bei Tenderlokomotiven: über Aufsenkante der Wasserkästen. Bei Wagen: die äufsere Breite des Wagenkastens.

l bei Lokomotiven: als l/2 rechnen wir vom Schwerpunkt der Lokomotive das gröfsere der beiden folgenden Mafse: entweder bis zur Hinterkante der Feuerbüchse oder bis zur vorderen Flanschfläche der Dampfzylinder. Bei Wagen: die Länge des Untergestells mit einem Zuschlag von 0,3 m, um das Gewicht der Zug- und Stofsvorrichtung zu berücksichtigen.

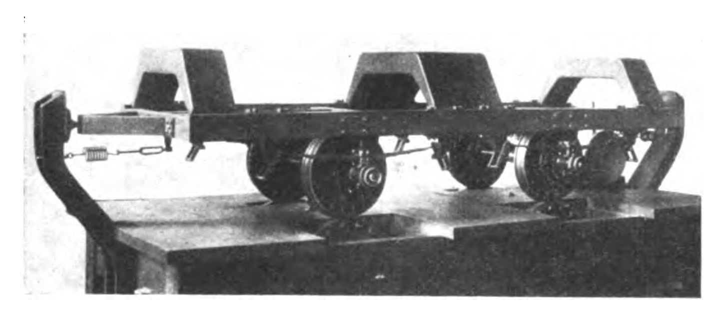
Nimmt man für eine Überschlagsrechnung folgende Mafse einer Lokomotive an: $H = 1{,}0$ m, $2n = 1{,}1$ m, $b = 2{,}24$ m, $h = 2{,}83$ m und $\Delta f : f = 0{,}25$ bei $P : Y_2 = 0{,}4$ was einem starken Seitenstofs entspricht, so wird der Klammerausdruck der Gleichung (5) gleich 1,81 und unter Vernachlässigung der Federzusammendrückung gleich 1,92.

Bei einem Wagen mit den Mafsen $H = 1{,}2$ m, $2n = 2{,}0$ m, $b = 2{,}83$ m und $h = 2{,}83$ m würden wir unter den gleichen Voraussetzungen für den Klammerausdruck die Werte 1,92 bezw. 2,08 erhalten. Diese Zahlen entsprechen mittleren Verhältnissen und wir leiten aus ihnen die Regel ab, dafs die reduzierte Masse $M_y$ angenähert erhalten wird aus der Summe der ganzen ungefederten Masse und der Hälfte der gefederten.

## II. Schlingern.

Schon 1883 hat Klingel im »Organ« das Schlingern theoretisch untersucht. Er fand, dafs durch die Kegelform der Radreifen das Fahrzeug Sinuslinien von etwa 18 m Länge beschreiben mufs. Infolge der hierbei auftretenden Seitenkräfte entstehen aber auch noch Schwingungen des Wagenkastens in Verbindung mit der seitlichen Federung der Achsführungen. Die Folge mufs eine Interferenzschwingung sein. Die Richtigkeit dieses Gedankengangs ist durch das Schlingermodell der Technischen Hochschule Berlin erwiesen. Abb. 4. Es ist in

Abb. 4. Schlingermodell der Technischen Hochschule in Berlin.



$^1/_5$ der wahren Gröfse ausgeführt und läuft auf Rollen, die durch einen Elektromotor angetrieben werden. Die Schreibvorrichtung Abb. 5, zeichnet die Querbewegungen des Wagenkastens unmittelbar auf, während die fortschreitende Bewegung im Verhältnis 1 : 122 verkürzt ist.

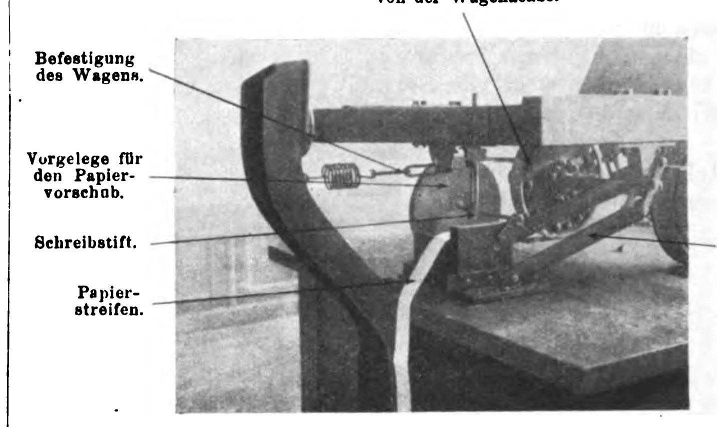
Die Bewegung auf den Rollen entspricht dem Fahren auf dem geometrisch richtigen Gleis; jedoch nur dann, wenn die Achsen des Fahrzeugs und der Rollen genau parallel stehen. Bei der geringsten Verlagerung, die oft ganz unerwartet eintritt, suchen die Spurkränze einer Seite anzulaufen. Auch hierbei schlingert das Fahrzeug. Abb. 1, Taf. 5. Bei idealer Gleislage treten aber die oben erwähnten Interferenzschwingungen deutlich auf.

Dieser ideale Fall hat praktisch aber gar keine Bedeutung, weil hierbei die Spurkränze die Schiene nicht berühren und die Kegelform der Radreifen ja schon nach kurzer Betriebszeit verschwindet. Gefährlich ist das Schlingern nur dann, wenn ein Spurkranz an die Schiene anläuft, also sehr starke Schräglage der Fahrzeugachse zur Gleisachse eintritt.

Die Veranlassung zu einer solchen Schräglage des Fahrzeugs kann gegeben werden durch Unregelmäfsigkeiten der Gleislage, störende Bewegungen des Fahrzeugs infolge innerer Kräfte, ungenaue Lagerung der Achsen und ungleiche Durchmesser der Räder einer Achse. In den beiden letzteren Fällen sucht das Fahrzeug im Bogen zu laufen.

Wir stellen uns die Aufgabe, den Radstand eines gegebenen Fahrzeugs so zu bestimmen, dafs bei einer gegebenen Geschwindigkeit die Schlingerbewegung nicht gefährlich wird. Wir untersuchen nicht den Lauf des Fahrzeugs, sondern nehmen an, dafs es einen bestimmten Winkel $\varphi$ mit der Gleisachse bildet, unbekümmert um die Ursache. Daraus ergibt sich in Verbindung mit der Fahrgeschwindigkeit V km/Std. eine bestimmte Anlaufgeschwindigkeit $\frac{V \cdot \operatorname{tg} \varphi}{3{,}6}$ m/sec. Der beim Anlaufen entstehende Spurkranzdruck Y dreht das Fahrzeug um seinen Schwerpunkt S und verschiebt ihn gleichzeitig. In Übereinstimmung mit den

Abb. 5. Schreibvorrichtung des Schlingermodells.




Untersuchungen Nordmanns in »Glasers Annalen« 1912 Nr. 839 können wir diese Seitenverschiebung des Schwerpunktes als gering betrachten und wollen sie hier vernachlässigen. Dann folgt aus der Anlaufgeschwindigkeit und dem Radstand a die Winkelgeschwindigkeit $\omega = \frac{2 V \operatorname{tg} \varphi}{3{,}6 \cdot a}$. In der Drehbewegung des Fahrzeugs ist also die Arbeit $J_z \cdot \frac{\omega^2}{2}$ enthalten.

Diese Energie ist aufzunehmen von der Formänderungsarbeit der Kraft Y bei der Durchbiegung der Schienen $f_s$, und der Achshalter usw. $f_1$. Bezeichnen wir mit $Y_1$ den Seitendruck auf die Achshalter, so erhalten wir die Gleichung

$$Y \cdot \frac{f_s}{2} + Y_1 \cdot \frac{f_1}{2} = \frac{Y \cdot f_s}{2}\left(1 + \frac{Y_1 f_1}{Y f_s}\right).$$

Wir bezeichnen $f_s\left(1 + \frac{Y_1 f_1}{Y \cdot f_s}\right) = f_y$ und erhalten dann die Grundgleichung $Y \cdot f_y = J_z \cdot \omega^2$ . . . . . . . . . . . . (6

Diese Gleichung formen wir um und setzen $J_z = M_z (b^2 + l^2) : 12$ oder durch Einführung der Diagonalen $l'$ $J = M_z \cdot \frac{l'^2}{12}$; ferner $\omega = \frac{V \cdot s}{1{,}8 \cdot a}$. Dann führen wir noch den Wert $i = \frac{M_z \cdot g}{Q}$ ein (Q = Raddruck) und erhalten

$$V = \frac{a^2}{l'}\sqrt{\frac{Y}{Q} \cdot \frac{g \cdot 12 \cdot 1{,}8^2 \cdot f_y}{i \cdot s^2}} \quad \text{. . . . . . . . (7}$$

Setzen wir

$$C = \sqrt{\frac{Y}{Q} \cdot \frac{383 \cdot f_y}{i \cdot s^2}} \quad \text{. . . . . . . . . (8}$$

so wird

$$V = C \cdot a^2 : l' \quad \text{. . . . . . . . . . . (9}$$

In C sind viele schwerbestimmbare Gröfsen enthalten. Wir machen nun die Annahme, dafs bei der denkbar ungünstigsten Stellung des Fahrzeugs im Gleis, nämlich derjenigen, bei der s

gleich dem ganzen Spielraum des Radsatzes ist, das Fahrzeug weder umkippen noch entgleisen, noch irgend ein Teil zu Bruch gehen darf. Wir setzen s = 25 mm, also gleich dem gröfsten zulässigen Spiel des Radsatzes im Gleise, und Y : Q gleich 0,667. Bei einem solchen Seitendruck Y würde ein Fahrzeug, dessen Schwerpunkt 1,125 m über SO liegt, bei einem Laufkreisabstand von 1,5 m in labilem Gleichgewicht sein. Entgleisen würde erst bei Y : Q = ∼ 1,0 eintreten. Die Durchbiegung $f_y$ könnte mit dem angenommenen Wert von Y : Q für jedes Fahrzeug aus den Abmessungen der Achshalter berechnet werden, wenn die Durchbiegung der Schiene $f_s$ vernachlässigt wird. $f_y$ = 6 mm ist ein aus Nachrechnungen gefundener Mittelwert. i ergibt sich für Wagen mit 2, 3 und 4 Achsen zu 2,4, 3,5 und 4,8. Bei Drehgestellen ist die Formel $i = \frac{M_y \cdot g}{Q}$ ebenfalls anwendbar, wobei $M_y$ für das Drehgestell selbst gilt, jedoch ist Q nicht auf die Belastung des leeren Drehgestelles, sondern des belasteten zu beziehen. Dann erhalten wir für Drehgestelle mit 2 bzw. 3 Achsen die Werte i = 1,0 bzw. 1,5. In der folgenden Zahlentafel ist für eine Anzahl Wagen und Lokomotiven die Geschwindigkeit V angegeben, die unter allen Umständen ohne Gefährdung der Betriebssicherheit zugelassen werden kann.

| Fahrzeug | Achsenzahl | a m | l' m | C | V km/Std. |
|---|---|---|---|---|---|
| Einheitspersonenwagen | 2 | 8,5 | 13,5 | 31 | 166 |
| Stadtbahnwagen | 3 | 6,5 | 10,5 | 26.4 | 106 |
| Gedeckter Güterwagen | 2 | 4,5 | 8,5 | 31 | 74 |
| Kohlenwagen | 2 | 3,6 | 7,2 | 31 | 55 |
| Grofsgüterwagen | 4 | 7,2 | 11,7 | 22 | 98 |
| Drehgestell, zweiachsig | 2 | 2,5 | 2,7 | 48 | 111 |
| Drehgestell, dreiachsig | 3 | 3,5 | 3,7 | 38,9 | 128 |
| Strafsenbahnwagen | 2 | 2,0 | 6,0 | 38,7 | 26 |
| Strafsenbahnwagen | 2 | 2,8 | 9,7 | 38,7 | 31,5 |
| Güterlokomotive G 3 | 3 | 3,4 | 7,15 | 26,4 | 42,5 |
| Tenderlokomotive T 3 | 3 | 3,0 | 6,15 | 26,4 | 38,5 |

Die errechneten Werte der gröfsten zulässigen Geschwindigkeit scheinen mit der Erfahrung gut übereinzustimmen. So haben z. B. die G 3 bzw. T 3 gröfste Geschwindigkeiten von 45 bzw. 40 km/Std. Die Einführung des Radstandes a im Quadrat ist das Wesentliche der Formel (9; das wird auch nicht dadurch beeinflufst, dafs wir beim Seitenstofs die Verschiebung des Fahrzeugs vernachlässigt und nur seine Drehung berücksichtigt haben. Durch das Glied $a^2$ unterscheidet sich die Formel auch wesentlich von der Annahme von Borries's der angab, dafs zur Begegnung des Schlingerns der Radstand umso gröfser zu nehmen sei, je höher die beabsichtigte Fahrgeschwindigkeit ist. Die Formel (9 macht keinen Unterschied zwischen Wagen mit festen oder freien Achsen, obgleich bei letzteren durch die Schrägstellung der Federgehänge eine gewisse Hebungsarbeit am Fahrzeug geleistet wird. Jedoch ist diese Arbeit sehr gering im Verhältnis zur Formänderungsarbeit. Weil die Seitenverschiebung des Fahrzeugschwerpunktes aufser Betracht geblieben ist, macht die Formel (9 auch keinen Unterschied zwischen Drehgestellen mit fester oder seitlich nachgiebiger Auflagerung des Wagenkastens. Noch nicht geklärt ist bei Lokomotiven mit Laufachsen die richtige Festsetzung des Radstandes a. Er hängt von der Stärke der Rückstellfedern ab. Fehlen sie, wie in Österreich, ganz, so ist nur der feste Radstand als a zu rechnen. Je stärker sie sind, umso gröfser ist a zu nehmen. In welcher Weise das zu berücksichtigen ist, mufs späteren Arbeiten vorbehalten werden. Überhaupt handelt es sich ja auch nur um einen ersten Versuch, dem Problem des Schlingerns rechnungsmäfsig näher zu kommen. Der Ausbau der Theorie und ihr Vergleich mit der Erfahrung biete noch ein reiches Arbeitsfeld.

Führen wir in die Gleichung (7 $i \cdot Q = M_y \cdot g$ ein, so können wir sie in der übersichtlichen Form erhalten

$$V = \frac{a^2}{l' \cdot s}\sqrt{\frac{766 \cdot (f_y \cdot Y : 2)}{M_y}} \quad \ldots \ldots \ldots (10$$

Vor dem Wurzelzeichen, das die Dimension einer Geschwindigkeit hat, stehen nur lineare Gröfsen, unter der Wurzel erscheint das Arbeitsvermögen $(Y \cdot f_y : 2)$ der den Stofs aufnehmenden Teile und die reduzierte Masse $M_y$.

### III. Senkrechte Bewegungen.

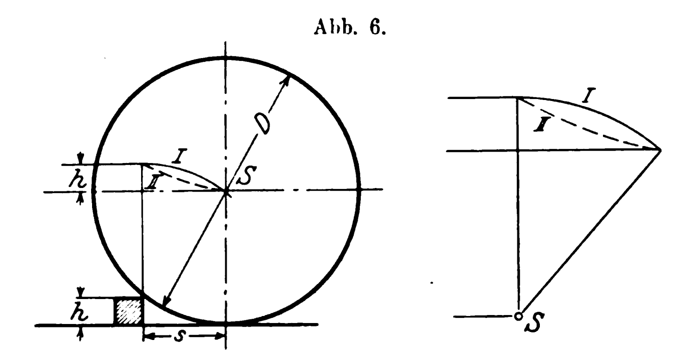
Das Wogen ist eine sehr seltene Erscheinung, die nur dann auftritt, wenn der Radstand gleich der Schienenlänge ist und Resonanz zwischen der Schwingungsdauer der Tragfedern und dem Takt der Schienenstöfse eintritt. Dies war der Fall bei den ersten D-Zugwagen der preufsischen Staatsbahn mit 12 m Drehzapfenabstand. Auf 12 m langen Schienen war bei etwa 35 und 70 km Geschwindigkeit das Wogen stark bemerkbar.

Da durch zweckmäfsige Bauart und gute Unterhaltung das Schlingern jetzt fast ganz vermieden wird, bilden die senkrechten Stöfse jetzt die Hauptursache für die Zerstörung des Oberbaues und die Ermüdung der Reisenden.

#### a) Tote Lasten.

Rollt ein Rad vom Durchmesser D über ein hartes Hindernis von der Höhe h (Abb. 6), so mufs sein Schwerpunkt einen

Abb. 6.




Kreisbogen I beschreiben. Dies würde eine plötzliche Ablenkung des Rades in senkrechter Richtung bedeuten, wozu eine unendlich grofse Kraft erforderlich wäre. In Wirklichkeit würde sich das Gleis durchbiegen und unter Hervorrufung senkrechter Kräfte das Rad allmählich beschleunigen, bis es die Höhe h erreicht hat. Die Bahn des Schwerpunktes S ist schwer zu ermitteln, jedoch wollen wir die denkbar günstigste Annahme machen, dafs die erwähnten senkrechten Kräfte während des Weges s unveränderlich seien. Dann ist die Bahn des Schwerpunktes S eine Parabel II und wir können die einfachen Beziehungen aufstellen $h = \frac{p_1 \cdot t^2}{2}$, $p_1 = 2h : t^2$; andererseits ist $t = \frac{s \cdot 3{,}6}{V}$. Daraus folgt $p_1 = \frac{2hV^2}{s^2(3{,}6)^2}$; genau genug ist $s^2 = h \cdot D$ und wir erhalten $p_1 = \frac{2hV^2}{hD(3{,}6)^2} = \frac{1}{6{,}48}\frac{V^2}{D}$, also unabhängig von h. Wir sind dadurch in der Lage, für bestimmte Geschwindigkeiten und Raddurchmesser die Wirkung der toten Lasten auf das Gleis zu berechnen. Es ist gleichgültig, ob das Hindernis h gebildet wird durch Stofslücken oder Herzstücke oder Schlaglöcher. In der folgenden Zahlentafel bedeutet $p_1 : g$ die Vermehrung des Raddruckes für jedes kg toter Last bei einem Raddurchmesser von 1 m.



| V | 15 | 30 | 60 | km/Std. |
|---|---|---|---|---|
| $p_1$ | 34,7 | 138 | 555 | m/sec² |
| $p_1 : g$ | 3,5 | 14 | 56 | |

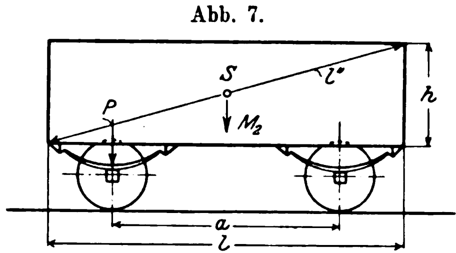
Schon bei 30 km Geschwindigkeit würde also ein ruhender Achsdruck von 14 Tonnen durch eine Achse von 1 t Gewicht um das doppelte erhöht werden. Bei gröfseren Geschwindigkeiten treten unbedingt zerstörende Wirkungen ein.

Diese kleine Überschlagsrechnung führt aber so recht deutlich die schädliche Wirkung grofser ungefederter Massen vor Augen. Es wird noch lange nicht genügend darauf gesehen, die toten Lasten auf das denkbar geringste Mafs zu vermindern. Eigentümlich berührte die Beobachtung, dafs bei der preufsischen Staatsbahn das Pullmann-Drehgestell mit dem schweren ungefederten Schwanenhalsträger zu der Zeit eingeführt wurde, als man es in Rufsland seines zerstörenden Einflusses auf den Oberbau halber entfernte. Die reifenlosen amerikanischen Hartgufsräder erscheinen hier ihres geringen Gewichtes wegen unter einem neuen Gesichtspunkt. Völlige Verständnislosigkeit für die am Oberbau angreifenden Kräfte zeigt auch der Vorschlag, zur Bekämpfung der Riffelbildung in den Rädern leicht entfernbare Belastungsgewichte anzubringen! Dies hiefse doch den Teufel austreiben mit Beelzebub, der Teufel obersten.

b) Gefederte Lasten.

Beim Überlaufen einer Unebenheit hebt sich die Achse um das Mafs h. Die Masse des Fahrzeugs folgt jedoch erst viel später nach, so dafs wir die Durchbiegung der Tragfeder $\Delta f = h$ setzen können. Nach Abb. 3 erteilt dann die Kraft $\Delta P$ dem Wagenkasten die Beschleunigung $p_2$. Diese Beschleunigungen sind die Ursache der Ermüdung der Reisenden, weil die Muskeln fortwährend neue Gleichgewichtslagen wiederherstellen müssen. Andererseits bewirkt die Beschleunigung $p_2$ eine Vermehrung des Raddruckes. Aus beiden Gründen ist also $p_2$ möglichst klein zu halten.

Abb. 7.




Die Kraft $\Delta P$ beschleunigt den Schwerpunkt S der Masse M des Wagenkastens und dreht letzteren um S. Wir führen wieder eine reduzierte Masse $M_z$ ein, die in bezug auf $\Delta P$ die gleiche Wirkung hat, wie die Masse des Wagenkastens (Abb. 7). Aus einer Entwicklung auf der gleichen Grundlage wie für M ergibt sich $p_2 = \frac{P}{M_2}\left(2 + 3\,\frac{a^2}{l'^2}\right)$. Da andererseits $p_2 = \Delta P : M_z$ sein soll, so wird $M_2 : M_z = m = 2 + 3\,\frac{a^2}{l'^2}$. Es ist $m = 1$ in bezug auf eine Mittelachse,

$$m = 3{,}5 \text{ bei } a : l = 0{,}7,$$
$$m = 4{,}4 \;\;«\;\; a : l = 0{,}8.$$

Bezeichnet i die Anzahl der Räder, so ist $\frac{i\,P}{g} = M_2 = m\,M_z$.

Nach Einführung dieser Gleichung und der Beziehung $\Delta P : P = h : f$ erhält man $p_2 = \frac{h\,g}{f\,i\,m}$ . . . . . . . . . . (10

Daraus folgt, wenn wir h als unveränderlich annehmen, dafs für einen gegebenen Wagen die Weichheit der Federung und die Annehmlichkeit des Fahrens nur von der Durchbiegung der Tragfedern f abhängt. Sie mufs also möglichst grofs sein. Nicht zu übersehen ist auch die Rückwirkung auf das Gleis, weil der Achsdruck durch $\Delta P$ vermehrt wird. So findet man z. B. bei Strafsenbahnwagen kurze Schraubenfedern zwischen Achslager und Rahmen, deren Federung so gering ist, dafs das Rahmengestell fast ganz als tote Last wirkt und den Oberbau entsprechend zerhämmert.

Wenn wir ferner das wenig veränderliche m als konstant annehmen, so erreichen wir gleich gute Abfederung, wenn $f \cdot i = \text{const.}$ ist. Da $\frac{1}{2}\,i\,P\,f$ das Arbeitsvermögen aller Federn und $i \cdot P$ das Gesamtgewicht des Wagens ist, so folgt, dafs zwei gleich schwere Wagen verschiedener Achsenzahl gleich gut gefedert sind, wenn das Gesamtarbeitsvermögen aller Federn gleich grofs ist. Ein Ergebnis, das nach kurzer Überlegung als selbstverständlich erscheint.

Folgende Werte für f entsprechen etwa bewährten Ausführungen: Hauptbahnwagen mit 2, 3, 4 Achsen f = 24, 16, 12 cm; Kleinbahnwagen mit 2, 4 Achsen, 16, 12 cm; Güterwagen 6—8, Strafsenbahnwagen f = 12, 16 cm. Der beladene Wagen läuft weicher als der leere, weil f gröfser ist. Man kann den Unterschied geringer halten, wenn man f nicht im gleichen Verhältnis mit P wachsen läfst; f bei wechselnder Belastung ganz unverändert zu halten, ist unmöglich. Es gibt verschiedene Bauarten, die nach diesem Ziel dadurch streben, dafs mit zunehmender Kraft P ihr wirksamer Hebelarm abnimmt.

Durch P und f ist das Arbeitsvermögen und das theoretische Gewicht der Feder völlig bestimmt. Die Frage nach dem günstigsten Federblattquerschnitt ist also in der Beziehung müfsig.

### Wahl der Federart.

Das Arbeitsvermögen der Blattfeder ist $A = \frac{\sigma_b V}{18 E}$, das der Schraubenfeder $= \frac{\sigma_d V}{4 G}$ (worin E Elastizitätsmodul, G Gleitmodul, V Volumen der Feder, $\sigma_b$ Biegespannung, $\sigma_d$ Schubspannung). Die Eigenreibung der Blattfeder beeinträchtigt zwar ihre Federwirkung, sie ist aber zur Dämpfung von Schwingungen vorteilhaft. Die Gröfse der Eigenreibung wird durch die Gleichung von Noltein-Marié: $Pr : P = h\,(n - 1)\,\mu : l$ ausgedrückt Hier bedeutet: Pr den Reibungswiderstand, h die Höhe der Federblätter, n die Zahl der Federblätter, l die halbe freie Länge, $\mu$ der Reibungskoëffizient. Die Formel ergibt Reibungskräfte P, die nur wenige % der Belastung betragen. Die Beobachtung zeigt aber, dafs Blattfedern nur 2—3, Schraubenfedern 4—5 wahrnehmbare Schwingungen ausführen. Offenbar gibt es noch viele andere Ursachen der Dämpfung, z. B. die Reibung in den Achslagerführungen und die der Schraubenfedern auf ihren Stützflächen usw. Zur Verminderung der Eigenreibung ist bei den Einheitswagen der Deutschen Reichsbahn die Anzahl der Blätter bei Vergröfserung ihrer Höhe vermindert worden. Da gleichzeitig die Durchbiegung der Federn f auf 24 cm gegenüber 16 cm bei dreiachsigen Wagen erhöht worden ist, so laufen die Wagen über Weichen und Schienenenden zwar sehr gut, aber sie zittern und dröhnen dort, wo sich auf den Schienen Riffeln gebildet haben.

Die Ursache der Riffelbildung kann hier aufser Betracht bleiben. Uns mufs die Tatsache genügen, dafs sie auf fast allen Hauptbahnen vorhanden ist und wir die Abfederung der Wagen so zu gestalten haben, dafs die Wirkung der Riffeln möglichst unschädlich wird. Für den Reisenden ist das Dröhnen der Wagen sehr lästig; der Zweck der Schlafwagen kann dadurch vereitelt werden. Auf alle Verbindungen wirkt es zerstörend und vermutlich laufen die Wagen schwerer, weil andauernd Arbeit aufgewandt werden mufs, um sie trotz aller Dämpfungen im Schwingungszustand zu erhalten.

Die Tragfedern mit ihrer grofsen Schwingungsdauer verhalten sich den Erschütterungen mit sehr hoher Schwingungszahl gegenüber als vollkommen träge. Nun zeigt aber die Erfahrung,

dafs Wagen, die zum gröfsten Teil in Schraubenfedern hängen, wie z. B. die amerikanischen Drehgestelle mit Schwanenhalsträger nicht dröhnen. Wahrscheinlich liegt der Grund darin, dafs eine solche Feder nicht nur im Ganzen, sondern auch mit Knotenpunkten schwingen kann, so dafs ihre Schwingungsdauer auch den dritten, fünften, siebenten usw. Teil betragen kann. Eine richtig eingebaute Schraubenfeder kann also auch sehr schnell schwingen und infolgedessen auf die von den Riffeln hervorgerufenen Erschütterungen ansprechen. Solche kleine schnelle Schwingungen werden aber sehr leicht durch Reibung gedämpft, weil $\Delta P = \frac{Ph}{f}$ wegen der sehr kleinen Gröfse h nur gering ist. Bei den preufsischen Drehgestellen älterer Bauart tritt zwischen Federspannschraube und Kugelgelenk meist beträchtliche Reibung auf, die ein Schwingen der Schraubenfeder mit Knotenpunkten verhindert. Eine Blattfeder kann infolge ihrer grofsen inneren Reibung niemals mit Knotenpunkten schwingen, wird also die von den Schienenriffeln herrührenden Erschütterungen in vollem Mafse auf den Wagenkasten übertragen. Wir müssen also künftig bei Personenwagen die Gesamtdurchbiegung f aufteilen in die der Blattfedern $f_b$ und die der Schraubenfedern $f_s$, $f = f_s + f_b$. Der Anteil der Schraubenfedern kann um so gröfser werden, je länger der Radstand im Verhältnis zur Wagenlänge ist, weil in dem gleichen Mafse die nickenden Bewegungen sich vermindern. Es erscheint empfehlenswert, zu wählen: $f_s : f = a : l$.

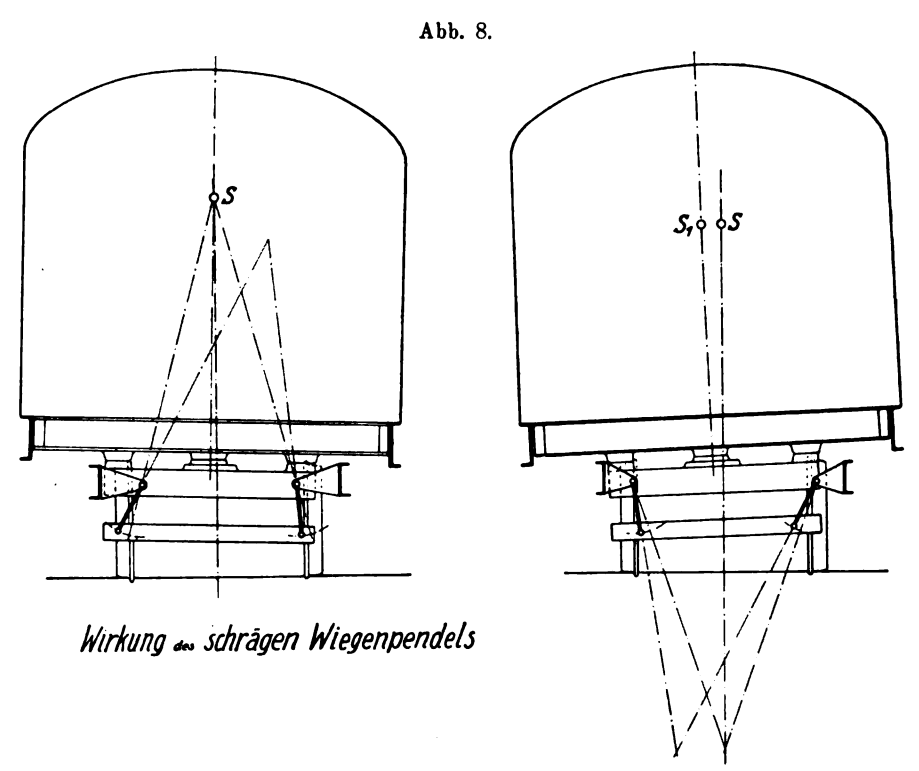
Einen Entwurf für die Einheitswagen der Deutschen Reichsbahn zeigt Abb. 2, Taf. 5. Die Blattfedern von 950 mm Länge sind um $f_b = 38$ mm durchgebogen, die Schraubenfedern jedoch um $f_s = 162$ mm. Die wagrechte Komponente der Federgehänge wird durch Zugstangen aufgenommen, so dafs die Federspannschraube sich praktisch ohne Reibung senkrecht verschieben kann. Bei Abnutzung der Radreifen kann sie durch die Stellmutter am Federteller verkürzt werden. Die Achsbüchsen erhalten nur in der Längsrichtung Spiel. Seitenspiel ist für den Bogenlauf nicht erforderlich und führt zu verwickelter Bauart des Federgehänges.

Der Rahmen des Drehgestells (Abb. 3, Taf. 5) ist nach den gleichen Grundsätzen gefedert, $f_b = 47$, $f_s = 100$ mm. Wegen der besonderen Anforderungen an den weichen Lauf der D-Wagen sind noch Seitenfedern II mit einer Durchbiegung von 61 m angeordnet, so dafs die Gesamtfederung von 208 mm derjenigen der älteren D-Wagen gleicht. Um das Gewicht möglichst zu vermindern, ist der Drehzapfen nicht belastet, sondern dient nur zur Führung. Die Last des Wagenkastens wird von der tragenden Seitenwand unter Vermeidung grofser, schwere Bauteile erfordernder, Biegemomente auf den Drehgestellrahmen übertragen. Der Bund der Seitenfeder stützt sich auf einen leichten Querträger des Wagenkastens, während die Enden in Pendeln und Schneiden in allen Richtungen frei beweglich aufgehängt sind.

Von grofser Wichtigkeit für die Seitenschwankungen des Wagenkastens ist die Entfernung seiner Stützpunkte und die Aufhängung der Pendel. Textabb. 8 zeigt den Einflufs der Pendel auf die Bewegung des Schwerpunktes des Wagenkastens. Bei einem Seitenstofs mufs er verschoben und gedreht werden. Im Falle nach oben konvergierender Pendel bleibt der Schwerpunkt fast unverrückt. Da nun jetzt die Stofsenergie allein auf Drehung wirkt, wird diese sehr heftig. Konvergieren jedoch die Pendel nach unten, so wird die Verschiebung des Schwerpunktes gröfser als die des Drehzapfens, so dafs die Zentrifugalkräfte den Wagenkasten stark überneigen. Am besten erscheint deshalb der Mittelweg mit senkrechten Pendeln. Ferner liegen die Stützpunkte des Wagenkastens in der grofsen Entfernung von 2250 mm, gegenüber 1530 mm bei den Drehgestellen mit Wiege. Es leuchtet ohne weiteres ein, dafs die Standsicherheit in dem gleichen Verhältnis zunimmt. Hermann hat in Glasers Annalen (Nr. 924 vom 15. 12. 1915) auf diese Verhältnisse schon hingewiesen. Der Drehgestellradstand wurde zu 2,5 m angenommen, was, wie oben erwähnt, bis zu Geschwindigkeiten von 111 km Std. unbedingt gefahrlos ist. Ein schlecht unterhaltenes Drehgestell schlingert auch bei gröfserem Radstand in unangenehmer Weise. Der kleinere Radstand wirkt aber sehr günstig im Sinne einer Verminderung des Gewichtes, das bei dem Entwurf sehr gering ist. Ein weiterer Vorzug des Drehgestells liegt darin, dafs alle der Wartung bedürftigen Teile, wie Tragfedern, Pendel, leicht zugänglich aufsen liegen. Da Drehpfannen und Gleitplatten fehlen, stellt sich das Drehgestell frei ein und die Kosten für Wartung und Unterhaltung sind gering.

Das Ergebnis unserer Betrachtungen ist kurz folgendes: Zur Schonung des Oberbaues müssen die toten Lasten auf ein Mindestmafs beschränkt werden, andernfalls kann der Druck des laufenden Rades auf ein mehrfaches des ruhenden steigen.

Abb. 8.




Die Sicherheit gegen gefährliche Schlingerbewegungen steigt bei einem gegebenen Wagen mit dem Quadrat des Radstandes. Die Abfederung zweier gleich schwerer Fahrzeuge ist, unabhängig von der Achsenzahl, dann gleich gut, wenn die Summe der Arbeitsvermögen aller Tragfedern gleich ist. Um das durch die Schienenriffeln hervorgerufene Dröhnen des Wagenkastens zu bekämpfen, ist von der Gesamtfederung aus Schrauben- und Blattfedern um so mehr auf die Schraubenfedern zu nehmen, je gröfser der Radstand im Verhältnis zur Wagenlänge ist.

## Bestrebungen der D. R. G. zur Verbesserung des Signalwesens.

Über die Bestrebungen zur Verbesserung des Signalwesens gibt uns die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft folgende Mitteilungen.

Der ungewöhnlich schwere Eisenbahnunfall bei Herne*) hat erneut die Aufmerksamkeit auf die schon mehrfach in der Öffentlichkeit behandelte Frage gelenkt, warum die Eisenbahnen nicht Einrichtungen treffen, um die Stellung des Signals durch ein Zeichen irgend welcher Art auf dem Führerstand der Lokomotive erkennbar zu machen und so die Gefahren, die aus der mangelhaften Erkennbarkeit der Signale bei Nebel oder Schneegestöber entspringen, aus der Welt zu schaffen. Hierauf ist zu erwidern, dafs die Reichsbahn schon in den Jahren vor dem Kriege zahlreiche Versuche mit den verschiedenartigsten Einrichtungen zum Zweck der Signalübertragung auf die Lokomotive vorgenommen hat, dafs aber alle diese Apparate den Anforderungen, die an sie gestellt werden mufsten, nicht genügt haben.

Während des Krieges und in den ersten Nachkriegsjahren mufsten die Versuche begreiflicherweise ruhen, sie wurden aber schon im Jahre 1923 vor der Katastrophe bei Kreiensen wieder aufgenommen, obgleich gerade in den Kreisen der Lokomotivführer Widerspruch gegen die Signalübertragung laut wurde und auch in anderen Eisenbahnfachkreisen vielfach Abneigung dagegen bestand. Angesichts der früheren wenig günstigen Erfahrungen mit der mechanischen und der elektromagnetischen Übertragungsweise wurde das neueste Mittel, die Funktechnik in den Dienst der Sache gestellt. Die hierauf gesetzten grofsen Erwartungen haben sich leider bisher nicht erfüllt, obgleich sich eine führende Firma auf dem Gebiet des Funkwesens mit ihren auserlesenen Kräften und Hilfsmitteln der Versuche aufs eifrigste angenommen hat. Die Reichsbahn wird aber trotzdem nicht ablassen, die Frage der Signalübertragung weiter zu verfolgen und mit brauchbar erscheinenden Einrichtungen, denen die Mängel der früheren Vorschläge nicht anhaften, gegebenenfalls Versuche anstellen unter dem Gesichtspunkt, dafs über kurz oder lang doch mit Wahrscheinlichkeit die Signalübertragung auf den Führerstand im Eisenbahnwesen sich Bahn brechen wird, und ein so wichtiges Eisenbahnunternehmen im Herzen Europas, wie die Reichsbahn, dann in jeder Beziehung vorbereitet dastehen mufs.

Sehr beachtenswert ist es, dafs in Amerika, wo in den Nachkriegsjahren mit grofsem Eifer und erheblichen Geldmitteln an die Signalübertragung herangegangen wurde, jetzt eine erhebliche Ernüchterung auf diesem Gebiet Platz gegriffen hat, und sich die Erkenntnis Bahn bricht, dafs es richtiger ist, wie in Deutschland geschehen, zunächst Versuche anzustellen, bevor man daran geht, ganze Eisenbahnnetze mit unvollkommenen Einrichtungen auszurüsten.

Zweifellos wird man bei dem gegenwärtigen Stande der Angelegenheit, bei uns und im Ausland, damit rechnen müssen, dafs noch Jahre vergehen werden, bis die Aufgabe der Signalübertragung so gelöst ist, dafs sie in vollem Umfang auf den Eisenbahnen zur Anwendung gelangen kann. Unter diesen Umständen ist es geboten, den Blick auch auf schneller erreichbare Verbesserungen zur Erhöhung der Signalwirksamkeit zu richten. Ein bekanntes Mittel hierfür bilden die Knallsignale, die auf den Schienen befestigt und durch die darüberfahrende Lokomotive zur Explosion gebracht werden. Ihre Anwendung ist bei der Reichsbahn für besondere Fälle vorgesehen, z. B. bei der Deckung liegengebliebener Züge und zur Ankündigung besonderer Haltsignale, deren Vorhandensein dem Personal nicht bekannt ist. Die Anwendung in Verbindung mit den dauernd vorhandenen Mastsignalen (Einfahrsignalen usw.) ist nicht bindend vorgeschrieben; es lag also im Falle Herne keine Verpflichtung für das Personal vor, Knallsignale auszulegen. Die Frage, ob man nicht eine solche Verpflichtung allgemein für den Fall auftretenden Nebels vorschreiben sollte, ist in früheren Jahren bereits in Verbindung mit zahlreichen Versuchen eingehend geprüft worden, wobei man jedoch zu dem Ergebnis gekommen ist, dafs die Mafsnahme keinen Erfolg verspricht.

Ein anderes bemerkenswertes Mittel, um bei Nebel die Signale aufdringlicher zu gestalten, wird sich voraussichtlich in der Anwendung sogenannter Tageslichtsignale ergeben, die einen durch Stufenlinien stark konzentrierten farbigen Lichtkegel aussenden, der den Nebel durchdringen soll. Versuche mit diesen Signalen sind im Gange, ihre Durchführung soll mit allen Mitteln beschleunigt werden.

Ein weiteres in der Presse gelegentlich des Herner Unfalles in Vorschlag gebrachtes Mittel zur Erhöhung der Betriebssicherheit bei der Einfahrt in Bahnhöfe bietet die sogenannte Verdoppelung der Blockstrecken. Bei dieser Anordnung ist der Gefahrpunkt durch vier statt wie gewöhnlich durch zwei Signale geschützt. Die Anregung bietet für die Reichsbahn nichts Neues, vielmehr ist der Gedanke bereits durch Normalzeichnungen für solche Anordnungen verankert und an vielen Stellen zur Anwendung gelangt. Seine allgemeine Einführung scheitert jedoch gerade an verkehrsreichen Stellen daran, dafs die Betriebsabwicklung dadurch beeinträchtigt wird.

*) Der Unfall ereignete sich am 13. Januar dadurch, dafs der Schnellzug D 10 Berlin—Köln, von Dortmund kommend, auf einen in Station Herne haltenden Personenzug auffuhr. Soweit bisher ermittelt wurde, hat der Schnellzug das infolge dichten Nebels schwer sichtbare Haltsignal überfahren. Dem beklagenswerten Unfall fielen 25 Personen zum Opfer, 27 wurden schwer verletzt.

## Persönliches.

### Karl Henschel †.

Geh. Kommerzienrat Dr. Ing. e. h. Karl Henschel, der Chef der Lokomotivfabrik Henschel & Sohn in Cassel, ist am 11. Dezember vor. Js. im Alter von 51 Jahren verschieden.

Als einzigem Sohn des Vorbesitzers der Firma stand ihm die dereinstige Nachfolge in der Leitung des grofsen, damals schon Weltruf geniefsenden Unternehmens vor Augen und seine Ausbildung wurde daher in diesem Sinne geleitet. Seine Kränklichkeit in den Jugendjahren störte vielfach den regelrechten Ausbildungsgang. Er besuchte das Realgymnasium, genofs aber aufserdem vielseitigen Privatunterricht, später arbeitete er praktisch in der väterlichen Fabrik und studierte in Karlsruhe und besonders auch in Darmstadt an den technischen Hochschulen.

In dieser Zeit, im Jahre 1894 — Henschel war erst 21 Jahre alt — starb unerwartet früh sein Vater. Seine Mutter, eine Frau von hohen Geistes- und Charaktereigenschaften, verwaltete als Universalerbin das Unternehmen zunächst weiter. 1896 trat jedoch Karl Henschel in die Verwaltung ein und arbeitete sich dann im Laufe der Jahre mit eiserner Energie in seine schwierigen Aufgaben hinein. Es galt damals Schritt zu halten mit dem raschen Tempo der wirtschaftlichen Entwicklung Deutschlands, das nur durch vorübergehende Schwankungen unterbrochen wurde. Grofszügige, weitsichtige Entschlüsse waren dazu erforderlich. Während der Jahre 1901 bis 1904 wurde fast die ganze Anlage des Casseler Werkes neu gestaltet. Mit der vergröfserten Leistungsfähigkeit der Fabrik und dem stärker werdenden Bedarf machte sich das Fehlen eines eigenen Hüttenwerks immer mehr fühlbar. In

richtiger Erkenntnis dieser Sachlage wurde im Februar 1904 von der Dortmunder »Union« die Henrichshütte bei Hattingen a. d Ruhr käuflich erworben. Während noch der Ausbau der Casseler Werke im vollen Gange war, wurde die Henrichshütte zu einem ersten Qualitätswerk ausgebaut.

Zur Herstellung von Geschützen wurde im Weltkrieg in Mittelfeld ein neues Werk errichtet, das, gegen Ende des Krieges erst fertiggestellt, dem Organismus der Firma in sachgemäfser Weise eingegliedert und zur Erweiterung der Lokomotivbauwerkstätten verwendet wurde. Mit diesen Anlagen hat es die Firma zur weitaus gröfsten der deutschen Lokomotivfabriken gebracht.

Karl Henschel hat als Leiter eines Unternehmens, das Tausende von Arbeitern und Angestellte beschäftigt, auch stets ein warmes, hilfsbereites Herz gehabt, wenn es auch nicht in seiner Art lag, im öffentlichen Leben hervorzutreten. —

Ein Menschenleben voll harter Arbeit und Pflichterfüllung hat mit dem Tode Karl Henschels einen unerwartet frühen Abschlufs gefunden!

# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

## Stoffwesen.

### Betrachtungen über den Stand der Stahlfrage für Eisenbahnschienen in Belgien.

M. J. Servais, der Leiter der metallographischen Versuchsanstalt der belgischen Staatsbahnen, gibt im Bulletin des intern. Eisenbahn-Kongrefsverbandes die neuen technischen Lieferbedingungen für Schienen bekannt und erörtert dabei die Entwicklung der Schienenherstellung und die Versuche zur Verbesserung ihres Baustoffes. In Belgien werden die Schienen, ebenso wie in Frankreich und Luxemburg, nach dem Bessemerverfahren hergestellt.

Seit 1920 schreiben die Lieferbedingungen einen Gehalt an Silizium im Mindestbetrag von 0,2% vor, während früher ein Siliziumgehalt nicht vorgesehen war. Die Industrie geht noch höher bis 0,2 bis 0,3% ohne Zurückweisung der Schienen deshalb befürchten zu müssen. Servais kommt jedoch zu dem Schlusse, dafs 0,2% Silizium schon die obere Grenze bilde und dafs als Höchstgehalt ein Mafs zwischen 0,1 und 0,2% anzusetzen sei.

Um den Widerstand der Schienen gegen Abnützung zu erhöhen, wählt man aufser der Erhöhung des Siliziumgehaltes auch einen erhöhten Kohlenstoffgehalt behufs Erzielung gröfserer Härte der Schienen. Man mufs aber auch im Auge behalten, dafs bei Thomasstahl ein Kohlenstoffgehalt, der merklich über 0,5% hinausgeht, gefährlich zu sein scheint und dafs die vorgeschriebenen mechanischen Festigkeitsziffern hierbei nicht mehr eingehalten werden können.

Die schädliche Einwirkung von Phosphor und Schwefel auf die Festigkeitseigenschaften des Stahles ist bekannt. Als äufserste zulässige Menge Schwefel in belgischen Schienen werden 0,05% betrachtet.

Das Verfahren, Schienen mit sorbitischem Gefüge herzustellen, wodurch die Lauffläche widerstandsfähiger wird, hat in Belgien planmäfsige Anwendung nicht gefunden. Es scheint sich auch nicht in grofsem Mafsstabe einzuführen und mehr für Strafsenbahnen geeignet zu sein.

1910 hat die Gesellschaft John Cockerill in Seraing 50 Elektroschienen geliefert. Sie wurden auf der schiefen Ebene zwischen Lüttich und Ans im Vergleich zu 50 gewöhnlichen Thomasstahlschienen eingebaut. 1912 hat die gleiche Gesellschaft auch 50 Titanstahlschienen geliefert, die in der gleichen schiefen Ebene verlegt wurden. Der Krieg hat die Beobachtungen abgebrochen. Im allgemeinen sind Spezialstähle wegen ihres hohen Preises in ihrer Anwendung auf gewisse Sonderfälle beschränkt.

Manganstahl entspricht ohne Zweifel den weitgehendsten Anforderungen. Auf belgischen Eisenbahnen ist die Verwendung bis jetzt beschränkt auf eine gewisse Anzahl verkehrsreicher, gröfstenteils in Pflaster liegender Bahnkreuzungen. Die Erfahrung hat gezeigt, dafs Kreuzungen aus Manganstahl viel besser als solche aus anderem Baustoffe halten; sie kosten 5 bis 6 mal soviel wie gewöhnliche Schienen, haben aber auch eine 7 bis 10 mal so lange Dauer. Wahrscheinlich wird man in der Folge vom Manganstahl einen viel ausgedehnteren Gebrauch machen, soferne nur die Preise hierfür erträglich erscheinen. Dr. S.

### Schienenbehandlung mit sorbitischer Gefügebildung.

Diese Schienenbehandlung wird in den Clevelandwerken von Bolckow, Vaughan & Co, Ltd., wie in einem Aufsatz des Bulletin des internat. Eisenbahn-Kongrefsverbandes vom Dez. 1924 näher beschrieben, nach einem von Ingenieur Sandberg in London erdachten und diesem geschützten Verfahren angewendet. — Stahl wird bekanntlich in seinen physikalischen Eigenschaften in weitem Umfang beeinflufst durch seinen Kohlenstoffgehalt und die Art der Wärmebehandlung. Wenn das Kohlenstoffverhältnis zunimmt, so wächst die Härte, während die Dehnbarkeit und damit der Widerstand gegen Stöfse abnimmt. Bei 0,7% Kohlenstoffgehalt wird im allgemeinen der Widerstand gegen Stöfse ungenügend. Durch entsprechende Wärmebehandlung kann jedoch die normale Härte des Stahls sowohl bei mittlerem wie bei hohem Kohlenstoffgehalt erhöht oder erniedrigt werden.

Vom metallographischen Gesichtspunkt ist das sorbitische Gefüge eine Mittelstufe zwischen Perlit und Martensit. Letzterer ist hart wie Glas und äufserst zerbrechlich. Eine etwas weniger rasche Abkühlung gibt zu einer teilweisen Rekristallisation und zum Auftreten des „Troostit“-Gefüges, das weniger hart und zerbrechlich ist als Martensit. Anlafs. Bei noch langsamerer Abkühlung bildet sich Sorbit. Dieses Gefüge vereinigt gröfste Härte mit einem Höchstmafs von Zähigkeit. Man wendet sorbitisches Gefüge an für Stahl, der besonders starken Abnützungen und Stöfsen ausgesetzt ist. Der perlitische oder vollkommen rekristallisierte Zustand vereinigt das Höchstmafs von Weichheit und Dehnbarkeit.

Das sorbitische Verfahren nach Sandberg besteht darin, dafs an den Schienen, unmittelbar nach dem Verlassen der Walzenstrafse, also bei einer merklich über dem kritischen Punkte liegenden Temperatur, die Schienenköpfe abgekühlt werden. Man geht dabei nach einer Temperaturskala und mit einer Geschwindigkeit vor, die darauf berechnet ist, das kristallinische Gefüge gerade auf dem Punkte festzuhalten, wo der sorbitische Zustand erreicht ist. Das Verfahren wurde schon seit Jahren bei Geschützrohren und anderen besonderen Schmiedestücken angewendet, auf Schienen aber erst jetzt ausgedehnt.

Das Verfahren wird in folgender Weise durchgeführt: Über einem Abkühltisch befindet sich ein Kasten, der nach seiner Länge in zwei Abteilungen geschieden ist. Davon dient die eine als Wasserbehälter, die andere als Behälter für Druckluft von 0,05 bis 0,07 at. Die Schiene wird durch Pratzen hydraulisch gehoben. Dann richtet eine Reihe von Düsen in 63 mm Abstand auf den Schienenkopf in seiner ganzen Länge einen kalten Luftstrahl, dessen abkühlende Wirkung noch verstärkt wird durch fein verteilte Wasserstrahlen. Die Abkühlungsdauer wechselt mit der Querschnittsfläche des Schienenkopfes und mit der Temperatur der Schiene zu Beginn ihrer Behandlung. Wenn infolge einer Verzögerung in der Walzung oder aus anderer Ursache die Schiene schon zu Beginn die niederste Temperatur, etwa 770 bis 780° C hat oder sich nur wenig über der kritischen Grenze befindet, so wird von der Behandlung abgesehen. Man hat in den Clevelandwerken festgestellt, dafs eine Einrichtung genügt, um die Hälfte der Walzwerkerzeugung zu behandeln, wie dies zunächst beabsichtigt ist. Die stündliche Leistung ist 30 bis 60 Schienen.

Versuche im Vergleiche mit gewöhnlichen, auf basischem Wege hergestellten Schienen unter Anwendung von Schlaggewichten mit bis zu 6,8 m Fallhöhe, sowie Proben nach dem Brinellschen Verfahren ergaben, dafs die sorbitische Behandlung die Festigkeit von 86,8 kg auf 103,5 kg/qmm erhöht hatte, während die mittlere Dehnung von 16% nicht unter 12,4% heruntergegangen war. Die mittlere Brinellziffer war von 231 auf 296 gestiegen. Unter dem Fallgewicht

ist an den behandelten Schienen kein einziger Bruch vorgekommen, wodurch die Widerstandsfähigkeit gegen Stofsbeanspruchungen nachgewiesen ist. Vorderhand ist die sorbitische Behandlung mehr auf Radreifen angewendet worden. Dr. S.

### Altstoffwirtschaft in Eisenbahnwerken.

(Glasers Annalen 1924. Heft 11.)

Oberregierungsbaurat Haas sprach in der Deutschen Maschinentechnischen Gesellschaft über „die Altstoffwirtschaft in den Eisenbahnwerken", die, zumeist durch die Materialnot in der Kriegszeit entstanden, eine Mafsnahme der Reichsbahn zur Einschränkung des Stoffverbrauchs ist und zu guten wirtschaftlichen Ergebnissen geführt hat. Das Eisenbahn-Zentralamt hat hierfür ein besonderes Dezernat errichtet, welches Richtlinien für die Aufgaben der Altstoffverwertung und die zur Durchführung geeigneten Mafsnahmen aufstellt, und diese in Form von technischen Merkblättern bekannt gibt. In den Ausbesserungswerken sind Altstoffabteilungen eingerichtet, welche die zur Verwertung geeigneten Altstoffe entweder in einer besonderen mit Sandstrahlgebläse, elektrischer oder autogener Schweifsanlage neuzeitlich eingerichteten Altstoffwerkstätte oder in den übrigen Werkbetrieben wieder nutzbar machen lassen.

Am meisten ist bis jetzt die Wiederverwertung im eigenen Betriebe ausgebaut für die anfallenden Eisenteile, das Holz und die wertvollen Stoffe. Von den Aufgaben der Altstoffverwertung werden angeführt:

A. Aufarbeitung von Altstoffen: Auffrischung alter Klemmplatten mit besonders hierfür gebauten Maschinen, Bauart Hellmann, mit der täglich bis zu 3200 Stück Klemmplatten wiederherstellbar sind; sodann Wagenbeschlagteile, Schrauben, Bolzen, Oberbaugeräte, sowie Fugenschrauben und Bremsklotzsteller mittels elektrischer Stumpfschweifsmaschine.

B. Umarbeitung von Altstoffen: Herstellung von Unterlagscheiben aus beschädigten Puffertellern, von Tragfederlaschen aus alten Achshaltern, von Umkehrenden für die Überhitzerelemente aus Eisenabfällen unter dem Dampfhammer und auf der Spindelpresse. Besonders vielseitig ist die Verwendung der ausgebauten Deckenstehbolzen zu Bremsklotzstellern, Bolzen, Schrauben, Stiften, Keilen, Kettengliedern, Ventilspindeln, Verschlüssen u. a. Aus alten Lokomotivradkörpern werden hergestellt: Flanschen für Zughakenfeder, Stofspufferplatten, Stofsfedernbunde, Flanschen für Ein- und Ausströmrohre, Federgehänge, Achslager-Stellkeilschrauben, Flanschen für Kesselspeiserohr, Injektorflanschen, Handstangenuntersätze, Federspannschrauben, Handgriffe, Rauchkammer-Türschlösser.

Durch die Altstoffverwertung wurden erspart im ersten Halbjahr 1923 rund 1 Million, im zweiten Halbjahr rund $2^1/_2$ Millionen Goldmark, oder bezogen auf den Wert der Neustoffe, die an ihrer Stelle hätten beschafft werden müssen, 73 %. Teilweise ist dies günstige Ergebnis auf die besonderen wirtschaftlichen Verhältnisse dieses Jahres zurückzuführen, das für die Eisenbahnwerkstätten wesentlich geringere Lohnkosten und Unkostenzuschläge aufweist als das Vergleichsjahr 1914. Im Jahr 1923 sind die verarbeiteten Mengen von 3565 t auf 7811 t gestiegen.

Bei der weiteren, sich dem Friedensjahr 1914 mehr anpassenden wirtschaftlichen Entwicklung und der Wiederkehr angemessener Verhältnisse zwischen Lohn und Material wird die Prüfung streng durchzuführen sein, wie weit heute noch alle bisher vorgenommenen Arbeiten unter Verwendung von Altstoffen lohnend sind. Nach der besonderen Dienstvorschrift für die Altstoffverwertung hat die Prüfung der Wirtschaftlichkeit auf Grund eines besonderen Schemas der Selbstkostenberechnung zu erfolgen. Hierbei ist die zeitliche Veränderung der für die Wirtschaftlichkeit der Altstoffverwertung wichtigen Faktoren, wie der beim Verkauf der Altstoffe durchschnittlich zu erzielenden Erlöse, die beim Einkauf neuer Werkstoffe durchschnittlich anzulegenden Preise, andererseits die für die Aufbzw. Umarbeitung der Altstoffe aufzuwendenden Löhne und Unkosten zu beachten. Die Aufarbeitungslöhne für 1 kg Altstoffe werden zu durchschnittlich etwa $^1/_7$ Arbeitsstunde, die Generalkosten zu durchschnittlich 200 % angegeben, doch haben sich diese in letzter Zeit erheblich ermäfsigt.

Unter Zuhilfenahme von Privatwerken werden von Oberbaualtstoffen besonders die Schienen und Schwellen hüttenmännisch aufgearbeitet. Erstere werden zu Schienen schwächeren Profils und in Feldbahnschienen, gleisunbrauchbare Schwellen zu Blechen von $^3/_4$ bis 1 mm Stärke mit gutem technischen und wirtschaftlichen Erfolg ausgewalzt. Die jährlich mit etwa 12000 t anfallenden abgenutzten Wagen- und Tenderreifen, die bisher meistens eingeschmolzen und nur zum kleinen Teil unter dem Schmiedehammer zu Pflugscharen verarbeitet oder zu Schaufelblechen verwalzt wurden, werden neuerdings Halbzeug verarbeitenden Werken, die einen höheren Preis anlegen, zugeführt und in Stücken zu Blechen von etwa 2 bis 3 mm Stärke oder zu Stahl von verschiedenen Profilen verwalzt. Die bei der Ausmusterung von Radsätzen gewonnenen Achswellen werden nach sorgfältiger Feststellung ihrer Härte mit Schlaghärteprüfer meistens zu Rundeisen von 50 bzw. 80 mm Durchmesser verwalzt und zu verstärkten Zugstangen und Zwischenstücken verarbeitet, gröfsere Mengen aber auch zu Stabeisen verschiedener Art und zu Kolbenstangenstahl bzw. Stahl zur Herstellung von Buchsenrohren verwendet. Alte Wickelfedern insbesondere Pufferfedern werden bis zu 80 % in Privatwerken aufgearbeitet, und solche mit rundem Querschnitt zur Herstellung kleinerer Werkzeuge benutzt. Auch den vorzüglichen Baustoff alter Lokomotivradreifen will man in gröfserem Umfang der Verwertung zuführen. Prz.

### Erfahrungen mit hochwertigem Portlandzement.

Die einschneidenden technischen und wirtschaftlichen Vorteile der Verwendung von hochwertigem Portlandzement verdienen das weitgehendste Interesse aller Bauinteressenten.

In Heft 7 und 23 der Zeitschrift „Der Bauingenieur" 1924, sowie in Heft 6 und 8 der Zeitschrift „Beton und Eisen" 1924 sind von Prof G. Rüth der techn. Hochschule Darmstadt „Versuche über die Verwertung hochwertigen Portlandzementes in der Praxis", sowie eine Reihe charakteristischer Bauausführungen veröffentlicht worden.

Es ist dort nachgewiesen, dafs der bekannte „Dyckerhoff-Doppelzement" bei normaler Abbindung schon nach zwei Tagen mindestens die gleichen Festigkeitswerte wie einfacher Zement nach 28 tägiger Erhärtung aufweist.

Es ergaben sich nach zweitägiger Erhärtung schon Festigkeiten von 24—28 kg/qcm auf Zug und 250—300 kg/qcm auf Druck, nach 28 tägiger Erhärtung 45—50 kg/qcm auf Zug, und 550—600 kg/qcm auf Druck. Diese Resultate müssen umwälzend auf die ganze Baupraxis wirken.

Die Schwindung ist bei dem hochwertigen Zement besonders in die Augen fallend und wirkte bisher etwas beunruhigend, weil sie innerhalb kürzester Frist voll auftritt. Die Messungen haben nun ergeben, dafs bereits nach zwei Wochen mehr als die Hälfte der gesamten Schwindung eintritt und dafs schon im Alter von vier Wochen das Gesamtmafs der Schwindung nahezu erreicht wird. Im Alter von sechs Wochen liegt bereits das Höchstmafs der gesamten Schwindung vor. Das gesamte Schwindmafs ist jedoch nicht gröfser, sondern eher geringer als bei gewöhnlichem Beton, ein Vorteil, der sich in besonderen Fällen als sehr wertvoll erweisen dürfte. Auf die verschiedenen Bauausführungen, die im Heft 23 „Der Bauingenieur" aufgeführt sind und die durchschnittlich nach zwei bis fünf Tagen ausgeschalt und mit mindestens der vollen Nutzlast belastet wurden, soll besonders hingewiesen sein. A. W.

## Verschiedenes.

### Aufnahme des elektrischen Betriebs durch den Arlbergtunnel.

Nach einer Mitteilung der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen wurden am 24. November 1924 zum erstenmal durch den Arlbergtunnel Züge von elektrischen Lokomotiven durchgeführt. Von nun an wird der gesamte Zugverkehr durch den 10,3 km langen Tunnel elektrisch abgewickelt werden. Die Arbeiten an der elektrischen Ausrüstung wurden beschleunigt zu Ende geführt, um noch vor Eröffnung des elektrischen Bahnverkehres in der Strecke Langen—Bludenz, die mit Vollendung des Spullerseewerkes im nächsten Frühjahr zu erwarten ist, die mit dem Entfall der Rauchgase im Tunnel verbundenen betriebstechnischen Vorteile rasch wirksam werden zu lassen. Auch für den Reiseverkehr bedeutet die Einführung der elektrischen Zugförderung im Arlbergtunnel eine wesentliche Verbesserung. Die elektrische Ausrüstung des einem aufserordentlich starken Zugverkehr unterworfenen Tunnels stellte die Konstrukteure, Bauleiter und Arbeiter vor eine grofse und schwierige Aufgabe, die nach den Erfahrungen des Probebetriebes als einwandfrei gelöst anzusehen ist.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

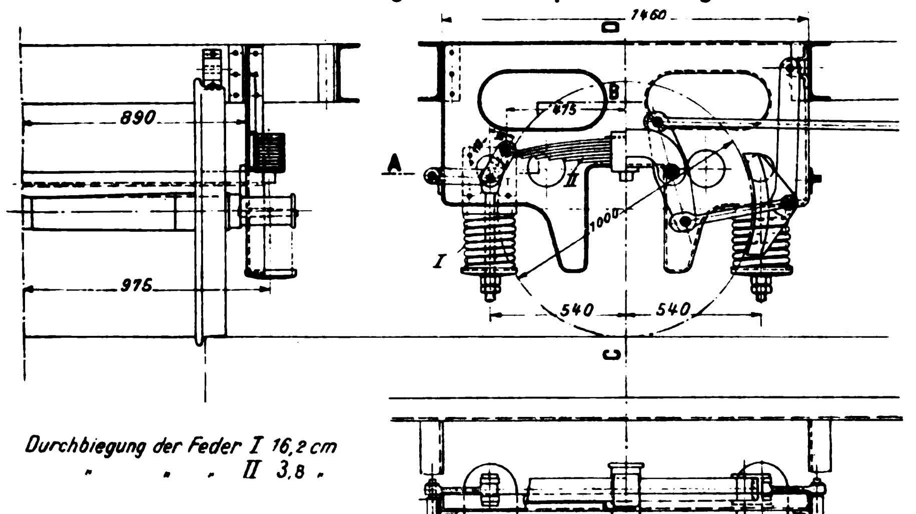
## Abb. 3. Drehgestell für Schnellzugwagen.

Schnitt A-B.

Schnitt C-D.

Durchbiegung der Feder I 4,7 cm
" " " II 6,1 "
" " " III 10,0 "

## Abb. 2 Federanordnung für Einheitspersonenwagen.




Durchbiegung der Feder I 16,2 cm
" " " II 3,8 "

### Erläuterungen zu Abb. 1.

| Kurve | Drehzahl der Wagenachse Umdr/sec. | Trägheitsmoment cm kg sec. | Bemerkungen |
|---|---|---|---|
| A | 4,37 | 143,7 | Spurkränze einer Seite laufen dauernd an. |
| B | 4,17 | " | Spurkränze laufen frei |
| C | 5,83 | " | Spurkränze einer Seite laufen dauernd an |
| D | 5,62 | " | Spurkränze laufen frei |
| E | 3,53 | 56,8 | " |
| F | 5,83 | " | " |

Abb. 1.

A A

B B

C C

D D

E E

F F

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. C.W.Kreidel's Verlag, München.



# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

**Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen**

**Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

**80. Jahrgang** | **28. Februar 1925** | **Heft 4**

## Das neue Achsdruckverzeichnis (A. V.).

Von Reichsbahnoberrat Dr. Ing. **Kommerell** im Eisenbahnzentralamt.

### Einleitung.

Auf der Sitzung, die der »Ausschufs für Technische Angelegenheiten« des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen in Mariazell am 25. Juni 1924 abhielt, ist der vom Brückenausschufs vorgelegte Entwurf des neuen Achsdruckverzeichnisses (Verzeichnis der zulässigen Achsdrucke, Achsstände und Lademafse) angenommen worden. Damit ist eine Arbeit zum Abschlufs gekommen, die von mir schon im November 1921 in Aschaffenburg in einer Sitzung eines Unterausschusses zur Änderung der Vorbemerkungen des »R a d s t a n d s v e r z e i c h n i s s e s« angeregt wurde.

Um das »Radstandsverzeichnis« auf dem laufenden zu erhalten, war eine ungeheure Arbeit erforderlich, die in gar keinem Verhältnis zu seiner praktischen Verwendung stand; Tatsache ist, dafs — obwohl alle Bahnhöfe wahrscheinlich in mehrfachen Ausfertigungen mit dem Radstandsverzeichnis ausgerüstet sind — die Aufsenstellen so gut wie gar keinen Gebrauch davon machten; es hängt dies zum Teil damit zusammen:

1. dafs die Vorbemerkungen schwer verständlich waren und zu Meinungsverschiedenheiten Anlafs gaben;

2. dafs nach den Vorbemerkungen I für die Übergangsfähigkeit und die Verpflichtung zur Übernahme der Wagen nur die Bestimmungen des Vereinswagenübereinkommens mafsgebend sind. Nach diesen darf wegen Überschreitung des Radstandes, Raddrucks oder Lademafses die Übernahme von Wagen im gegenseitigen Verkehr der Vereinsverwaltungen nicht verweigert werden. (Praktisch läuft dies darauf hinaus, dafs ein Wagen, der auf dem Grenzbahnhof zu einer Strecke, auf der dieser Wagen nicht laufen darf, ankommt, unter Umständen umgeladen werden mufs, ohne dafs die Verwaltung, die den Wagen entgegen dem Radstandsverzeichnis beladen hat, zur Tragung der Umladekosten herangezogen werden kann);

3. dafs die Vorschriften verhältnismäfsig verwickelt und mangels scharfer Begriffserklärungen für die in Betracht kommenden Betriebsbeamten nicht leicht zu verstehen waren;

4. dafs es schwierig und zeitraubend war, den Leitungsweg, den eine Ladung von einem Orte A nach einem Orte B mutmafslich zurückzulegen hat, aus den vielen Zahlenhinweisen zusammenzusuchen;

5. dafs in Spalte 3 solche feste Radstände angegeben sind, die praktisch nicht mehr vorkommen;

6. dafs die Angaben über den zulässigen Raddruck nicht nach einheitlichen Gesichtspunkten aufgestellt waren und dafs die technischen Stellen, die diese Angaben zu machen hatten, sich der Tragweite kaum bewufst und oft bezüglich des zulässigen Raddrucks übertrieben vorsichtig waren. Der für die einzelnen Strecken angegebene zulässige Raddruck wurde übrigens sehr häufig bei den verwendeten L o k o m o t i v e n überschritten, andererseits wurde auf denselben Strecken bei der Beladung von W a g e n von gewissenhaften Beamten ängstlich darauf geachtet, dafs ja der im Radstandsverzeichnis angegebene Raddruck nicht überschritten wurde, was zur Folge hatte, dafs die Wagen nicht genügend ausgenützt wurden. Dies führte in vielen Fällen dazu, dafs die Verfrachter sich beschwerten, wenn sie trotzdem die Fracht für den voll beladenen Wagen bezahlen mufsten.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dafs das Radstandsverzeichnis nach Form und Inhalt unbrauchbar war, so dafs es namentlich bei Bahnhöfen, wo viele Wagen beladen werden müssen, praktisch kaum angewendet werden konnte.

Abgesehen davon, dafs den einzelnen Verwaltungen aus diesen Verhältnissen vielfach wirtschaftlicher Schaden erwächst, bestehen aufserdem deshalb gegen das seitherige Radstandsverzeichnis ernstliche Bedenken, weil nichts schlimmer ist, als Vorschriften zu geben, die nicht beachtet werden können. Kein Wunder, wenn dann auch auf anderen Gebieten eine laue Handhabung bestehender Vorschriften Platz greift.

Der vom Eisenbahnzentralamt in Berlin am 22. Juni 1922 an die geschäftsführende Verwaltung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen gestellte Antrag, das seitherige Radstandsverzeichnis völlig umzugestalten, wurde in der Heidelberger Tagung des Technischen Ausschusses (vgl. Punkt 15 der Niederschrift Nr. 100 vom 4.—6. Okt. 1922) dem »Brückenausschufs« zur Weiterbehandlung und Vorberatung überwiesen, der sich im Sinne des Punktes 7 Abs. 4 der neuen Geschäftsordnung durch Zuwahl aus den mitzuständigen Fachausschüssen ergänzte.

Der Brückenausschufs hat in mehreren Sitzungen (Heilbronn, München, Leipzig und Salzburg) zum Teil gemeinschaftlich mit dem Wagenbauausschufs den schwierigen Gegenstand eingehend beraten und in seiner letzten Sitzung in Salzburg am 30. Mai 1924 den nunmehr vom Technischen Ausschufs gutgeheifsenen Entwurf angenommen. Die Neubearbeitung machte deshalb besondere Schwierigkeiten, weil das neue Achsdruckverzeichnis seiner Natur nach in die Gebiete mehrerer Fachrichtungen eingreift, und der Fachausschufs für Brückenbau bezeichnete es schon in seiner ersten Sitzung für notwendig, dafs nicht nur Beamte der bautechnischen, sondern auch der maschinen- und verkehrstechnischen Fachrichtung sich an den Arbeiten im Schofse der einzelnen Verwaltungen beteiligen. Wenn es auch wünschenswert sei, dafs die Zahl der Berater an den einzelnen Tagungen möglichst klein ist, so bleibe es satzungsgemäfs doch jeder im Brückenbauausschufs vertretenen Verwaltung überlassen, zu den einzelnen Beratungen jedes Mal Beamte mehrerer Fachrichtungen zu entsenden.

Das neue Achsdruckverzeichnis lehnt sich bezüglich der äufseren Einteilung eng an das seitherige Radstandsverzeichnis an. Im einzelnen ist folgendes zu sagen:

### 1. Allgemeines.

a) Es wurde davon ausgegangen, dafs nicht jede einzelne Strecke mit ihrem zulässigen Achsdruck, Achsstand und Lademafs aufgeführt werden sollte, sondern dafs nur noch diejenigen Strecken erscheinen sollen, bei denen A u s n a h m e n von gewissen Regeln bestehen, z. B. ist im Gebiet der Vereinsverwaltungen das Lademafs I nur in ganz wenigen Ausnahmen nicht zugelassen (Seiten 126, 149, 166, 169 und 170). Es ist also richtiger zu sagen, im ganzen Vereinsgebiet gilt das Lademafs I mit Ausnahme der wenigen Strecken, wo ein anderes Lademafs gilt.

b) Der Gedanke, im neuen Achsdruckverzeichnis Leitungsvorschriften zu bringen, wurde, weil undurchführbar und zugleich zu grofsen Veränderungen unterworfen, ganz aufgegeben. Es ist vielmehr beabsichtigt — wenigstens für die Deutsche Reichsbahn — besondere L e i t u n g s v o r s c h r i f t e n aufzu-

stellen und in diesen durch einen Stern an jeder Strecke, bei der eine Fahrbeschränkung besteht, einen Hinweis auf das Achsdruckverzeichnis zu bringen.

(Bei der Deutschen Reichsbahn ist wenigstens bei gröfseren Bahnhöfen beabsichtigt, für jeden Wagen im Büro einen Auszug aus dem Wagenbestellbuch fertigen zu lassen, in welchen an der Hand der Leitungsvorschriften der Leitungsweg und die etwa vorhandenen Fahrbeschränkungen einzutragen sind. Dieser Auszug wird dem Lademeister, der die Wagenstellung unter sich hat, ausgehändigt. Auf diese Weise können die Vorschriften im neuen Achsdruckverzeichnis praktisch am sichersten durchgeführt werden, und der Lademeister braucht sich um das Achsdruckverzeichnis selbst nicht weiter zu kümmern. Gleichzeitig wird Doppelarbeit vermieden, indem derjenige Bedienstete, der den Auszug fertigt, für den richtigen Leitungsweg verantwortlich ist, während derjenige Bedienstete, der nach Aushändigung des Frachtbriefes durch den Verfrachter die Fracht zu berechnen hat, lediglich für die richtige Tarifberechnung und nicht mehr wie seither für den Leitungsweg verantwortlich ist. Es ist Sache des Lademeisters, in dem Frachtbrief den ihm im Auszug vorgeschriebenen Leitungsweg einzutragen.)

Die seitherige sogenannte »Vorprüfung« wird zu dem wichtigsten Bestandteil der Büroarbeit für die Wagenstellung.

### 2. Bezeichnungen.

a) In Zukunft soll grundsätzlich nicht mehr vom »Raddruck«, sondern vom Achsdruck gesprochen werden, weil dies für die Abfertiger bei der Berechnung der zulässigen Werte einfacher ist und aufserdem weniger leicht Irrtümer entstehen können. (Bei der seitherigen Anwendung des Raddrucks waren solche nicht ausgeschlossen, namentlich, weil jetzt mit Raddrucken von $\frac{20}{2} = 10$ t und mehr gerechnet werden mufs, während bei der Berechnung bestehender Brücken bei alten Lokomotiven mit Achsdrücken in solcher Höhe zu rechnen ist.)

b) Sinngemäfs soll statt vom »Radstand« in Zukunft vom »Achsstand« gesprochen werden.

Im neuen Verzeichnis werden die Begriffe Achsdruck, Metergewicht, Achsstand und Lademafs genau erläutert. Die Bezeichnungen Achsdruck und Achsstand sollen allmählich auch in die übrigen Dienstvorschriften übernommen werden; Schwierigkeiten irgendwelcher Art sind während der Übergangszeit nicht zu erwarten.

c) Da für die Einschränkungen in der Verwendung der Güterwagen in erster Linie der Achsdruck in Betracht kommt, so soll das neue Verzeichnis, auch schon um das Neue gegenüber dem Alten schärfer hervortreten zu lassen, »Achsdruckverzeichnis« genannt werden.

### 3. Zulassung der Wagen mit Rücksicht auf den Achsdruck und das Metergewicht.

In Wirklichkeit hat sich, wie schon erwähnt, wegen der Mängel des seitherigen Radstandsverzeichnisses kaum jemand um den zulässigen Achsdruck gekümmert, durch das neue Achsdruckverzeichnis soll diesem unhaltbaren Zustand ein Ende gemacht werden.

Es bestand bei dem Brückenausschufs Einmütigkeit, dafs angestrebt werden müsse, tunlichst alle Wagen im ganzen Vereinsgebiet und möglichst auch international freizügig zu machen, damit die Handhabung des Wagendienstes möglichst einfach wird. Es soll zunächst erreicht werden, dafs die am häufigsten verkehrenden Wagen, namentlich die 20 Tonnen-Kohlenwagen mit Kunze-Knorrbremse, die bei einem Eigengewicht von rund 11 t und einem höchsten Ladegewicht von $20 + 20 \cdot \frac{5}{100} = 21$ t ein Gesamtgewicht von 32 t, also einen Achsdruck von 16 t haben, tunlichst freizügig verkehren können. Im »Verzeichnis« Anlage 1 des neuen Achsdruckverzeichnisses sollen nur diejenigen Strecken aufgeführt werden, für welche bei den Wagen nur ein kleinerer Achsdruck als 16 t zugelassen werden kann. Das gröfste Metergewicht der Wagen, d. h. Eigengewicht + Ladung geteilt durch die Länge des Wagens einschliefslich der Puffer, soll in Zukunft nur dann an die Wagen angeschrieben werden, wenn es gröfser als 3,6 t/m (seither 3,1 t/m) ist. Da die z. Zt. im Betrieb befindlichen Wagen — abgesehen von Grofsgüterwagen — im allgemeinen ein kleineres Metergewicht haben, so wird in Zukunft das Metergewicht nur noch ausnahmsweise an den Wagenaufschriften erscheinen. Auch wird noch auf lange Zeit hinaus der Wagen mit 16 t*) Achsdruck und 3,6 t Metergewicht das normale sein. Für den Bau der gewöhnlichen Wagen (nicht Grofsgüterwagen), und dies gilt auch für den Bau von Privatwagen, ist anzustreben, dafs man mit dem Achsdruck tunlichst bis an 16 t und mit dem Metergewicht tunlichst bis an 3,6 t herankommt, um bei einer gegebenen Zuglänge möglichst grofse Gütermengen befördern zu können. Die 20 t Kohlenwagen, die nach obigem einen Achsdruck von rund 16 t haben, fahren schon jetzt auf fast allen Strecken, auch auf Strecken, bei denen nach dem seitherigen Radstandsverzeichnis der zulässige Achsdruck wesentlich geringer ist. Bei der Aufstellung der neuen Vorschriften galt es, diesem unvorschriftsmäfsigen und unhaltbaren Zustand ein Ende zu machen.

Beim Brückenausschufs herrschte allgemein die Ansicht, dafs nicht daran gedacht werden könne, etwa diese Wagen künftig nicht mehr auf Strecken mit geringerem zulässigen Achsdruck verkehren zu lassen, dafs vielmehr diese Wagen so freizügig wie nur möglich verwendet werden müssen, dafs also aus dem Oberbau und den Brücken herauszuholen sei, was nur irgendwie gehe, dafs aber auch andererseits die neuen Vorschriften diesen Umständen Rechnung tragen müfsten und zwar mit Rücksicht auf die grofsen Erschwernisse, die sich bei der erforderlichen strengen Handhabung gegebener Vorschriften bei der Abfertigung der Wagen ergeben und die grofsen wirtschaftlichen Nachteile, die eintreten, wenn die Ladefähigkeit der Wagen nicht voll ausgenützt werden kann. Auch war der Brückenausschufs einmütig der Auffassung, dafs wegen der Handhabung des Wagendienstes mit allen Mitteln darauf hingewirkt werden müsse, dafs der Oberbau und die Brücken möglichst bald auf allen solchen Strecken verstärkt werden, bei denen noch wegen des Achsdrucks und des Metergewichts Fahrbeschränkungen bestehen. (Beschaffung neuen schweren**) Oberbaues auf den Hauptdurchgangsstrecken, Verwendung des beim Umbau gewonnenen, altbrauchbaren Oberbaues unter Vermehrung der Schwellenzahl auf Nebenbahnen. Leider ist während des Krieges und wegen der wirtschaftlichen Verhältnisse der Nachkriegszeit in dieser Richtung viel zu wenig geschehen).

In den Güterwagenvorschriften der Deutschen Reichsbahn, S. 73, war mit Rücksicht auf die bei den Triebrädern der Lokomotiven auftretende freie Fliehkraft***) schon angeordnet, dafs bei Strecken, die für einen Lokomotivachsdruck von 14 t

*) Die neuen Kühlwagen, die einen Achsdruck bis 17 t haben, müfsten eine Ausnahme bilden. Sie spielen ihrer Zahl nach eine untergeordnete Rolle und laufen in der Regel in festen Verkehrsbeziehungen, so dafs für solche Wagen Sondervorschriften gegeben werden können.

**) Die Mehrkosten für einen schwereren Oberbau werden durch Ersparnisse bei der Unterhaltung aufgewogen.

***) Nach § 102, Abs. 3, der techn. Vereinbarungen darf bei neuen Lokomotiven die an jedem Triebrade bei der gröfsten zulässigen Geschwindigkeit auftretende freie Fliehkraft nicht mehr als 15 % des Raddrucks, im Stillstand gemessen, betragen.

berechnet sind auch die 20 t Kohlenwagen (Achsdruck 15,5 t ohne Kunze-Knorrbremse) verkehren dürfen. Wenn sich aus dieser Vorschrift, ohne die für den Verkehr dieser Wagen die unangenehmsten Folgen entstanden wären, keine Schäden beim Oberbau gezeigt haben, so beweist dies eben, dafs dem Oberbau mehr zugemutet werden kann, als die theoretischen Berechnungen, bei denen ohnedies viele unsichere Faktoren mitwirken, ergeben.

Dies beweisen ferner die Verhältnisse auf der Halberstadt-Blankenburger Eisenbahn, auf die der Wichtigkeit wegen hier etwas näher eingegangen werden soll. Auf dieser Strecke wird der Betrieb seit 1920 an Stelle von Zahnradlokomotiven mittels reiner 1 E 1 Reibungslokomotiven mit Achsdrücken über 19 t anstandslos durchgeführt. Die Gleise haben Oberbau 6 (Schienengewicht nur 33,4 kg/m, bei stärkster Abnützung 27,5 kg/m) mit 70 bis 75 cm Schwellenabstand, in den Zahnstangenstrecken mufste bis jetzt sogar die alte Schwellenentfernung von 88 cm infolge der gegebenen Lochungen beibehalten werden. Nach den preufsischen Oberbauvorschriften wäre für einen solchen Oberbau höchstens ein Lokomotivachsdruck von 14 t zulässig, irgend welche unangenehmen Erscheinungen sind aber durch den wesentlich höheren Achsdruck von 19 t nicht aufgetreten (selbstredend erfordert der schwächere Oberbau gröfsere Wartung als ein stärkerer Oberbau). Der Brückenausschufs hielt es daher in seiner überwiegenden Mehrheit für unbedenklich, den auf einer Strecke zulässigen Achsdruck der W a g e n um etwa 15 % höher anzusetzen als denjenigen der Lokomotiven, wenn auch aus den im Organ, Jahrgang 1923 S. 144 veröffentlichten Untersuchungen des Dr. Ing. B l o f s in Dresden geschlossen werden könne, dafs für die D u r c h b i e g u n g d e r S c h i e n e n Einzelachsen der Wagen unter Umständen ungünstiger wirken als eine Aufeinanderfolge von Achsen, wie sie bei Lokomotiven auftritt. (Zu diesen Versuchen ist aber zu sagen, dafs sie, namentlich was die Fahrgeschwindigkeit anlangt, noch nicht als abgeschlossen gelten können und dafs es unrichtig wäre, aus dieser Veröffentlichung allgemeine Schlüsse zu ziehen. Tatsächlich sind die Gesamtdurchbiegungen unter den Triebrädern relativ um etwa 15 % gröfser als unter den Wagenachsen; z. B. ist die Durchbiegung unter dem Lokomotivtriebrad mit 6,6 t Raddruck ebenso grofs wie unter dem Kohlenwagen mit 7,5 t Raddruck. Der schwächste Punkt im Gleis ist nicht, wie meist angenommen wird, der Oberbau, sondern vielfach der Schienenträgeranschlufs an den Brücken*), und hier kommt tatsächlich die Gröfse des Auflagerdrucks in Betracht.

Einmütig billigte der Brückenausschufs ferner, dafs der zulässige Achsdruck da höher angesetzt werden könne, wo die Fahrgeschwindigkeit entsprechend ermäfsigt wird. Der Ausschufs war der Meinung, dafs es jeder Verwaltung überlassen bleiben mufs, die für die einzelnen Strecken zulässigen Achsdrucke (mit Rücksicht auf den Unterhaltungszustand und die Erfahrungen, die beim Befahren dieser Strecken mit Fahrzeugen höheren Achsdrucks gemacht werden) nach eigenem Ermessen festzusetzen, legte aber besonderen Wert darauf, die allgemeinen Grundsätze, die für die Einreihung der einzelnen Strecken mafsgebend sein sollen, in das neue Achsdruckverzeichnis aufzunehmen, damit die Angaben nach einer gewissen einheitlichen Richtschnur gemacht werden. Dementsprechend beschlofs der Ausschufs folgenden Wortlaut: »Um tunlichst den unbeschränkten Übergang der 20 t Kohlenwagen (Achsdruck rund 16 t) zu erreichen, wird für die Einreihung der einzelnen Strecken in das »Verzeichnis« Anlage 1 empfohlen, entweder den zulässigen Achsdruck der Wagen mit Rücksicht auf die bei den Triebrädern auftretende freie Fliehkraft um etwa 15 % höher zu wählen, als den der Lokomotiven, die auf der fraglichen Strecke verkehren dürfen, oder unter Verminderung der Fahrgeschwindigkeit den zulässigen Achsdruck entsprechend höher anzusetzen.«

Im letztgenannten Fall kann durch eine Betriebsvorschrift (z. B. dafs solche Wagen nur in Güterzüge eingestellt werden dürfen) der Übergang von Wagen mit 16 t Achsdruck ermöglicht werden und im Achsdruckverzeichnis wären solche Strecken überhaupt nicht aufzuführen.

Neben diesen Wagen des gewöhnlichen Verkehrs mit 16 t Achsdruck und 3,6 t Metergewicht kommen für das Achsdruckverzeichnis in Zukunft noch Wagen des Massenverkehrs mit 20 t Achsdruck und 8,0 t Metergewicht (Grofsgüterwagen von 50 t Ladegewicht) in Betracht. Da aber für solche Wagen vorläufig verhältnismäfsig nur wenige Strecken vorhanden sind, so sollen im neuen Achsdruckverzeichnis in einer »Zusammenstellung« (Anlage 2) noch diejenigen Strecken aufgeführt werden, auf die ohne besondere Vereinbarungen Wagen mit einem höheren Achsdruck als 16 t oder mit mehr als 3,6 t Metergewicht übergehen dürfen. Mit dem fortschreitenden Umbau und der Verstärkung der Strecken wird das »Verzeichnis« (Anlage 1) allmählich einen immer kleineren, die »Zusammenstellung« (Anlage 2) einen gröfseren Umfang annehmen und in fernerer Zukunft wird das Verzeichnis und die Zusammenstellung zu e i n e m Verzeichnis vereinigt werden können, in dem lediglich diejenigen Strecken aufzuführen sein werden, die n i c h t von Wagen mit mindestens 20 t Achsdruck und 8,0 t Metergewicht befahren werden können.

Die Strecken der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft werden mit Rücksicht auf die Tragfähigkeit der Brücken und des Oberbaus in Zukunft wie folgt eingeteilt:

| Bezeichnung | Gröfster zulässiger Achsdruck t | Gröfstes Metergewicht der Lokomotiven t/m |
|---|---|---|
| a) Strecken des Massenverkehrs | | |
| N | 25*) (26,25) | 13,67 |
| E | 25*) (26,25) | 8,89 |
| b) Alle übrigen Strecken | | |
| G | 20*) (21) | 8,18 |
| c) Vorübergehend noch vorhandene schwächere Strecken | | |
| H = 0,9 G | 18*) (18,9) | 7,36 |
| J = 0,8 G | 16*) (16,8) | 6,54 |
| K < 0,8 G | < 16 | < 6.54 |

Diese Streckeneinteilung in gewisse Gruppen entsprechend den Lastenzügen N, E und G, deren Abmessungen, Gewichte usw. aus den Vorschriften der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, Berechnungsgrundlagen für eiserne Eisenbahnbrücken (Verlag von W i l h. E r n s t & S o h n, Berlin 1925) hervorgehen, hat sich nun für den Verkehr sogenannter S c h w e r l a s t f a h r z e u g e als aufserordentlich zweckmäfsig erwiesen. Sobald das neue Achsdruckverzeichnis, insbesondere die „Zusammenstellung" vollständig erschienen ist, wird es mit Hilfe der Fahrdienstvorschriften, die entsprechend ergänzt werden sollen, jeder Station möglich sein, zu entscheiden, ob Schwerlastfahrzeuge in geschlossenen Zügen oder nur einzeln und unter welchen Bedingungen auf eine bestimmte Strecke übergehen können, ohne dafs es in jedem Fall der Mitwirkung der Reichsbahndirektionen bedarf. Dadurch wird viel Schreibarbeit gespart werden. Zu diesem Zweck habe ich „Richtlinien" ausgearbeitet, die im folgenden kurz angegeben sind:

*) Vergl. die Veröffentlichung von Oberregierungsbaurat Dr. Ing. S c h ä c h t e r l e im Organ 1924, S. 47.

*) Die um 5 % höher angegebenen und in ( ) beigefügten Achsdrucke dürfen bei voller Ausnützung der Tragfähigkeit keinesfalls überschritten werden.

**Begriff:** Schwerlastfahrzeuge sind alle Fahrzeuge mit gröfserem Achsdruck als 18 t*) und mit gröfserem Metergewicht als 4,8 t/m**).

Für Schwerlastfahrzeuge mit über 160 t Gesamtgewicht (einschliefslich Ladung) müssen besondere Mafsnahmen von Fall zu Fall von den Reichsbahndirektionen getroffen werden.

Zu den Schwerlastfahrzeugen gehören:

a) Grofsgüterwagen . (OO)
b) Schwerlastwagen . (SS) — Es dürfen keine Schwerlastwagen gebaut
c) Lokomotiven — werden, die nicht wenigstens einzeln auf G-Strecken übergehen können.

Soweit im nachstehenden keine Regelung getroffen ist, werden für die Beförderung von Schwerlastfahrzeugen auf K-Strecken von Fall zu Fall Sondervorschriften von den R B D herausgegeben.

Welche Strecken N-, E-, G-, H- und J-Strecken sind und wie grofs das zulässige Metergewicht der Wagen (auch Schwerlastwagen und Grofsgüterwagen) ist, geht aus der „Zusammenstellung“ Anlage 2 des Achsdruckverzeichnisses hervor. Strecken mit einem zulässigen Achsdruck von weniger als 16 t und einem Metergewicht von weniger als 3,6 t/m also K-Strecken sind im „Verzeichnis“ Anlage 1 des Achsdruckverzeichnisses aufgeführt.

In Zweifelsfällen geben die Reichsbahndirektionen Auskunft.

Von den Reichsbahndirektionen wird bestimmt, welche Lokomotivgattungen auf die einzelnen Strecken (N, E, G, H, J, K) übergehen können.

Von diesen Lokomotiven können bis zu zwei (auch verschiedener Gattungen) sowohl an der Spitze als auch gleichzeitig am Schlufs der Züge laufen, wenn sich zwischen den Lokomotiven mindestens fünf Wagen mit dem später angegebenen Metergewicht befinden. Von diesen Wagen darf bei G-, H-, J- und K-Strecken mit Rücksicht auf die Brücken sowohl der unmittelbar hinter den Lokomotiven an der Spitze, als auch unmittelbar vor den etwaigen beiden Lomotiven am Schlufs des Zuges eingestellte Wagen höchstens ein Metergewicht von 3,6 t/m haben (Packwagen).

Bei N- und E-Strecken können fünf beliebige Wagen und mehr bis zu einem Metergewicht von 8 t (8 t/m) zwischen den Lokomotiven laufen.

Ist an der Spitze oder am Schlufs nur eine Lokomotive, so ist die Zahl der Wagen zwischen den Lokomotiven unbeschränkt. Auch ist es in diesem Fall nicht erforderlich, leichtere Wagen an den Lokomotiven einzustellen.

Beförderung **geschlossener Züge** aus Fahrzeugen mit gröfserem Achsdruck als 16 t und gröfserem Metergewicht als 3,6 t/m.

Von den Reichsbahndirektionen wird bestimmt, von welchen Lokomotivgattungen Lokomotivzüge auf die einzelnen Strecken übergehen können.

Die Stellung der Fahrzeuge und ihr zulässiges Metergewicht geht aus der folgenden Tabelle I S. 61 hervor.

Beförderung **einzelner** Schwerlastfahrzeuge in gewöhnlichen Güterzügen.

In diesen Zügen können ebenfalls bis zu zwei Lokomotiven an der Spitze und bis zu zwei Lokomotiven am Schlufs des Zuges laufen.

Da auf N- und E-Strecken sogar geschlossene Züge aus Grofsgüterwagen und Schwerlastwagen fahren können, so bedarf es bei diesen Strecken nur einer Regelung betreffend die Beförderung von Lokomotiven im Zug.

Von letzteren können bis zu zweien gekuppelt, wie aus Tabelle II S. 62 hervorgeht, in beliebiger Zahl im Zug verteilt laufen.

Sinngemäfs können bei G-, H- und J-Strecken mehrere Gruppen von Schwerlastfahrzeugen im Zug verteilt laufen und zwar Schwerlastwagen, Grofsgüterwagen und Lokomotiven in der aus der Tabelle II hervorgehenden Anordnung und mit einem in den Spalten 3 und 4 angegebenen Metergewicht. Bei diesen Strecken müssen sich aber mindestens fünf Güterwagen mit einem Metergewicht von höchstens 3,6 t/m zwischen je zwei Gruppen von Schwerlastfahrzeugen befinden.

Die Vorschrift, dafs besondere Vereinbarungen über die Zulässigkeit des Übergangs eines Wagens getroffen werden müssen, wenn der kleinste Abstand zweier benachbarter Achsen kleiner als 1,5 m*) ist, bezieht sich nur auf Güterwagen. Diese Vorschrift war mit Rücksicht auf die Brücken erforderlich, weil unter Umständen, selbst wenn der Achsdruck kleiner als 16 t ist, die Biegungsmomente und Querkräfte für die Schwellenträger zu grofs würden. Kleinere Achsstände als 1,5 m kommen übrigens nur bei Drehgestellwagen vor.

**4. Zulassung der Wagen mit Rücksicht auf den Achsstand.**

Nach dem neuen Achsdruckverzeichnis versteht man unter Achsstand bei Drehgestellwagen den Abstand der Endachsen im Drehgestell, bei allen übrigen Wagen den Abstand der Endachsen (äufsersten Achsen). Der gröfste für eine bestimmte Strecke zulässige Achsstand richtet sich nach ihrem kleinsten Krümmungshalbmesser.

Man unterscheidet Lenkachsen und steife (feste) Achsen. Die Lenkachsen haben eine gröfsere Beweglichkeit im Untergestell als steife Achsen.

Wagen mit Lenkachsen tragen die Aufschrift »Vereinslenkachsen« oder das Zeichen ←(–)→; Wagen, die keine dieser Bezeichnungen tragen, haben steife Achsen.

Durch Versuche ist festgestellt worden, dafs die Vorderachse eines steifachsigen Fahrzeugs im Gleisbogen stets aufsen anläuft, während die Hinterachse das Bestreben zeigt, sich radial einzustellen. Die Gröfse des Winkels $\alpha$ mit dem die führende Achse aufsen anläuft, — der »Anlaufwinkel« — ist mafsgebend für das zwanglose Durchlaufen von Gleisbogen.

Für Lokomotiven wird für den Anlaufwinkel ein Höchstwert von 3,5 bis 4° empfohlen (vergl. Garbe, Dampflokomotiven der Gegenwart, 2. Auflage, S. 706). Für den nach der Technischen Einheit in einem Gleisbogen von 150 m Halbmesser zugelassenen kleinsten Achsstand von 4,5 m ergibt sich rechnerisch ein Anlaufwinkel von rund 1,3°. Die Verhältnisse sind also bei den Wagen wesentlich günstiger als bei den Lokomotiven. Bei Wagen mit steifen Achsen von 4,5 m Achsstand und Krümmungshalbmesser $r = 140$ m (Weiche 1 : 7) berechnet sich der Anlaufwinkel zu $\alpha = 1,42°$. Nach den Untersuchungen von Dr. Schlöfs (s. Organ 1912, S. 53) ist erwiesen, dafs der Krümmungswiderstand und die Entgleisungsgefahr mit der Zunahme des Achsstandes bei Fahrzeugen mit steifen Achsen nur unwesentlich wächst, es wäre daher unbedenklich, für Wagen bei Strecken mit Krümmungshalbmessern von $r = 150$ m einen gröfseren Achsstand als 4,5 m zuzulassen (z. B. wird bei einem Achsstand von 6,0 m der Anlaufwinkel $\alpha = 1,55°$, also erst etwa halb so grofs als bei Lokomotiven), trotzdem glaubte der Wagenbauausschufs bei Wagen mit steifen Achsen einen Achsstand von 4,5 m bei 150 m Krümmungshalbmesser als normal zulassen zu sollen und zwar hauptsächlich deshalb, weil gröfsere Achsstände bei steifachsigen Wagen nur noch vereinzelt, nämlich bei alten Wagen, die in absehbarer Zeit ausgemustert

*) Der Begriff der Schwerlastfahrzeuge soll so auch in den Fahrdienstvorschriften neu festgesetzt werden, da die seitherige Begriffsbestimmung (Gewicht > 90 t) zu unbestimmt ist. Nach dem neuen Achsdruckverzeichnis hat der normale Wagen höchstens 16 t Achsdruck und 3,6 t Metergewicht. Da dieser Achsdruck für J-Strecken gerade noch zulässig ist, so kommt ein Verkehr von Schwerlastfahrzeugen mit gröfserem Achsdruck auf J-Strecken nicht in Betracht. Der zulässige Achsdruck für H-Strecken ist 18 t, das gröfste Metergewicht der Wagen in geschlossenen Zügen beträgt bei H-Strecken 4,8 t/m (s. Tabelle I); solche Fahrzeuge müssen auf H-Strecken im regelmäfsigen Betrieb verkehren können, alle schwereren Fahrzeuge rechnen also zu den Schwerlastfahrzeugen.

**) Das Metergewicht mufs an die Wagen angeschrieben werden, sobald es gröfser als 3,6 t/m ist.

*) Nach dem seitherigen Radstandsverzeichnis waren schon Vereinbarungen notwendig, wenn die Entfernung zwischen je zwei Achsen geringer als 2,5 m war, eine Vorschrift, die kaum beachtet worden ist.

Tabelle I.

**Beförderung geschlossener Züge aus Fahrzeugen mit gröfserem Achsdruck als 16 t und gröfserem Metergewicht als 3,6 t/m.**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| Streckenbezeichnung | Gröfster Achsdruck t | Gröfstes Metergewicht der Lokomotiven t/m | Gröfstes Metergewicht p[2]) der u. Wagen t/m | Gröfste in Betracht kommende Brückenstützweite m | Reihenfolge der Fahrzeuge im Zug (Stellung des Schornsteins beliebig) |
| N | 25 (26,25)[1]) | 13,67 | 8 | — | höchstens 2 < mind. 5 Wagen von 8 t/m oder leichtere > event. Schlufs höchstens 2 Lok. oder |
| E | 25 (26,25) | 8,89 | 8 | beliebig | kann auch fortfallen oder < beliebige Zahl > < beliebige Zahl > |
| G | 20 (21) | 8,18 | 8 | 60 | höchstens 2 < mindestens 5 Wagen > höchstens 2 Lok. |
| | 20 (21) | 8,18 | 7,2 | 68 | oder p = 3,6 t m p = 3,6 t m |
| | 20 (21) | 8,18 | 6,4 | 80 | |
| | 20 (21) | 8,18 | 5,8 | 95 | ← beliebige Zahl → |
| | 20 (21) | 8,18 | 5,4 | 150 | kann auch fortfallen |
| H | 18 (18,9) | 7,36 | 7,2 | 60 | oder |
| | 18 (18,9) | 7,36 | 6,5 | 68 | |
| | 18 (18,9) | 7,36 | 5,8 | 80 | |
| | 18 (18,9) | 7,36 | 5,2 | 95 | |
| | 18 (18,9) | 7,36 | 4,8[3]) | 150 | |
| J | 16 (16,8) | 6,54 | 6,4 | 60 | |
| | 16 (16,8) | 6,54 | 5,8 | 68 | |
| | 16 (16,8) | 6,54 | 5,1 | 80 | |
| | 16 (16,8) | 6,54 | 4,6[3]) | 95 | |
| | 16 (16,8) | 6,54 | 4,3[3]) | 150 | |
| K | 16 | 6,54 | -- | — | Bei K-Strecken gibt das „Achsdruckverzeichnis", Anlage 1, Auskunft. |

[1]) Die um 5% höher angegebenen und in ( ) beigefügten Achsdrücke dürfen bei voller Ausnutzung der Tragfähigkeit keinesfalls überschritten werden.

[2]) Bei Zwischenwerten kann geradlinig eingeschaltet werden.

[3]) Dies sind keine Schwerlastfahrzeuge.

Zeichenerklärung.

Lokomotiven.

Grofsgüterwagen.

Schwerlastwagen (bis 160 t Gesamtgewicht) } Nicht beladene Grofsgüter- und Schwerlastwagen sind keine Schwerlastfahrzeuge.

Wagen von höchstens 16 t Achsdruck und 3,6 t Metergewicht.

< kleiner als.

> gröfser als.

werden, vorkommen*). Der Brücken- und der Wagenbauausschufs einigten sich auf folgenden Wortlaut:

»Wagen mit steifen Achsen von nicht mehr als 4,5 m Achsstand, sowie Wagen mit Lenkachsen bis zu 9 m Achsstand dürfen auf allen Strecken*) des Vereinsgebietes verkehren mit Ausnahme der Strecken, bei denen in der Spalte Bemerkungen des »Verzeichnisses« Anlage 1 ein kleinerer Achsstand angegeben ist.«

*) z. B. ist bei der Deutschen Reichsbahn festgestellt, dafs von 470000 umgezeichneten Güterwagen nur noch 1280 Wagen mit steifen Achsen und nach Abzug der X-Wagen sogar nur 333 Stück oder 0,7‰ einen gröfseren Achsstand als 4,5 m haben; diese wenigen Wagen werden allmählich ausgemustert werden.

*) Es sind dies Strecken mit Krümmungshalbmessern bis zu 150 m herab. Auch Weichen mit 140 m Krümmungshalbmesser (z. B. die Weiche 1 : 7 der Deutschen Reichsbahn) können mit diesen Wagen ohne Anstand bei entsprechender Verminderung der Fahrgeschwindigkeit durchfahren werden.

Tabelle II.
Beförderung einzelner Schwerlastfahrzeuge in gewöhnlichen Güterzügen.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| | | Gröſstes Metergewicht der | | |
| Streckenbezeichnung | Gröſster Achsdruck<br>t | Lokomotiven<br>t/m | Groſsgüterwagen und Schwerlastwagen<br>t/m | Reihenfolge der Fahrzeuge im Zug (Stellung der Schornsteine beliebig) |
| N | 25 (26,25) | 13,67 | 8 | bis zu 2 Lok. ← mindestens 5 Stück → ← mindest. 5 → bis zu 2 Lok.<br>kann auch fortbleiben<br>oder ← bis zu 2 Lok. |
| E | 25 (26,25) | 8,89 | 8 | oder |
| G | 20 (21) | 8,18 | 8 | bis zu 2 Lok. ← mindestens 5 Stück → ← 2 → ← mindestens 5 Stück → bis zu 2 Lok.<br>oder<br>$p \leqq 3{,}6$ t/m<br>oder<br>bis zu 2 Lok.<br>← mindestens 5 Stück → bis zu 2 Lok. ← mindestens 5 Stück →<br>oder oder<br>oder |
| H = 0,9 G | 18 (18,9) | 7,36 | 6,5 | bis zu 2 Lok. ← mindestens 5 → ← mindestens 5 → ← mind. 5 → bis zu 2 Lok<br>oder<br>oder<br>oder |
| J = 0,8 G | 16 (16,8) | 6,54 | 4,9 | oder<br>oder |

**5. Zulassung der Wagen und Ladungen mit Rücksicht auf das Lademaſs.**

In Zukunft soll nicht mehr wie im alten Radstandsverzeichnis vom »Lademaſs« und »Wagenquerschnittsmaſs« gesprochen werden, sondern nur noch vom Lademaſs als derjenigen Umgrenzungslinie, die kein Teil des Wagens und der Ladung bei Mittelstellung im geraden Gleis überragen darf, das Lademaſs ist zugleich das gröſste Wagenquerschnittsmaſs*).

Im ganzen Vereinsgebiet kommt nur an ganz vereinzelten Strecken ein anderes Lademaſs als das Lademaſs I in Betracht, demnach sollen im neuen Achsdruckverzeichnis nur noch diejenigen Strecken aufgeführt werden, bei denen nicht das Lademaſs I gilt.

Für die Güterwagen sind in der Anlage 4 dieselben Einschränkungen der Breitenabmessungen wegen des Durchfahrens von Gleisbogen vorgeschrieben wie für die Ladungen, denn wenn die »Ladungen« ungehindert verkehren können, so können es auch die Wagen bei denselben Abmessungen. Diese Vorschriften haben als Grundlage die Ladetabellen A und B des seitherigen Radstandsverzeichnisses, sie stimmen mit den internationalen Ladetabellen überein. Die im Nachtrag V zu den technischen Vereinbarungen gegebenen Tabellen Blatt XVIb und XVIc für die Breiteneinschränkungen der Wagen können zwar beim Bau der Fahrzeuge in den Entwurfsbüros angewendet werden, diese verwickelten Tabellen mit ihren mathematischen Formeln eignen sich aber nicht für den praktischen Gebrauch beim Wagendienst; ganz abgesehen davon, daſs die in Betracht kommenden Beamten gar nicht im Stande wären, die notwendigen Maſse den Wagen zu entnehmen. Hier handelt es sich nur darum, in einfachster, etwas roher Weise unter Verwendung der Lehren des Lademaſses I festzustellen, ob die Breitenabmessungen der Wagen und Ladungen zu Beanstandungen Anlaſs geben.

Die Ladetabellen A und B auch den Einschränkungen der Breitenabmessungen der Personen- und Gepäckwagen

*) Die Angaben des seitherigen Radstandsverzeichnisses sind irreführend, weil die Querschnittsmaſse der Wagen mit Rücksicht auf die erforderlichen Spielräume in der Regel kleiner sind als die gezeichneten Umgrenzungslinien.

zugrunde zu legen, erschien nicht angängig. Da beim Übergang solcher Wagen jede Verwaltung für die von ihr gestellten Wagen bezüglich der Prüfung ihrer Lauffähigkeit verantwortlich ist, so lag ein Bedürfnis, im neuen Achsdruckverzeichnis noch besondere Vorschriften für Personen- und Gepäckwagen zu geben, nicht vor, man einigte sich vielmehr auf folgenden Wortlaut:

»Für Personen- und Gepäckwagen gilt innerhalb des Vereinsgebiets das Übereinkommen für die gegenseitige Benutzung der Personen- und Gepäckwagen im Bereiche des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen (V P Ü) und im internationalen Verkehr das Übereinkommen für die gegenseitige Benutzung der Personen- und Gepäckwagen im internationalen Verkehr (R J C)«.

### 6. Nummernbezeichnung der Eisenbahnverwaltungen.

Mit Rücksicht auf die Abrechnung mittels Lochkartenverfahrens soll jede Strecke eine bestimmte Nummer, bestehend aus zwei durch einen Punkt getrennten Zahlen erhalten (z. B. 16.037 lies sechzehn, nullsiebenunddreifsig). Die vordere zwei bis dreistellige Zahl (16) bezeichnet die Verwaltung, die hintere Zahl 037 die Nummer der Strecke innerhalb der betreffenden Verwaltung. Dabei beginnen bei jeder Verwaltung

Hauptbahnen mit . . . . . 001
Neben- und Lokalbahnen mit . 601
Schmalspurbahnen mit . . . . 901

Die Nummerung der Strecken innerhalb jeder Verwaltung beginnt zweckmäfsig mit den Hauptverkehrsstrecken ausgehend von Industriezentren oder gröfseren Knotenpunkten. Es empfiehlt sich die ungeraden Nummern tunlichst für die Lastrichtung, die geraden Nummern für die Gegenrichtung vorzusehen, und zwar auch dann, wenn die Strecke vorläufig nur eingleisig ist. Es hat dies den Vorteil, dafs man mit Hilfe des Lochkartenverfahrens leicht den Verkehr der Lastrichtung und der Gegenrichtung getrennt erfassen und bei zweigleisigen Strecken jede Richtung für sich behandeln kann, was mit Rücksicht auf den baulichen Zustand der Brücken und des Oberbaues von grofsem Vorteil ist. Für die Länge der einzelnen Streckenabschnitte werden in der Regel die Bedürfnisse der Statistik des Verkehrs mafsgebend sein, zu diesem Zweck wird man oft gröfsere Streckenabschnitte mit einer Nummer versehen, eine Unterteilung dieser gröfseren Abschnitte, wie sie z. B. bei Abzweigungen oder von Lokomotivwechselstation zu Lokomotivwechselstation oder aus anderen Gründen erforderlich werden kann, läfst sich nach der Zehnklasseneinteilung vornehmen.

z. B. Hauptstreckenabschnitt

A C D E F B — Lokomotivwechselstation — Unterabschnitt

AB = 16.037
AC = 16.037·1
CD = 037·2
DE = 037·3
EF = 037·4
FB = 037·5

Auch empfiehlt es sich, nach längeren Streckenabschnitten einige Nummern zu überspringen, um die Möglichkeit zu haben, später zu grofse Hauptabschnitte bei vorliegendem Bedürfnis in zwei oder mehr kleinere Hauptabschnitte zu zerlegen, ohne das ganze Nummernverzeichnis ändern zu müssen.

### 7. Verkehr von Wagen und Ladungen nach vereinsfremden Bahnen.

Das Achsdruckverzeichnis soll (als Vereinsdrucksache) auch für den Verkehr nach vereinsfremden Bahnen nach denselben Grundsätzen aufgebaut werden wie für das Vereinsgebiet selbst. Falls sich die vereinsfremden Verwaltungen nicht entschliefsen können, das seitherige »internationale Verzeichnis«*) »Maximalradstand, Maximalraddruck und Lademafs der im internationalen Eisenbahnverkehr zugelassenen Wagen« nach denselben Grundsätzen aufzustellen wie das neue Achsdruckverzeichnis, sollen aus den Angaben der vereinsfremden Bahnen ebenfalls nur die Ausnahmen in unser »Achsdruckverzeichnis« aufgenommen werden, so dafs innerhalb des Vereinsgebiets auch die vereinsfremden Bahnen nach denselben Grundsätzen behandelt werden. Um die Nachprüfung der Wagen und Ladungen, die auf vereinsfremde Bahnen übergehen, zu erleichtern, sind links neben den Darstellungen der vereinsfremden Lademafse die Unterschiede in den wagrechten Breitenmafsen der vereinsfremden Lademafse gegenüber dem auf den Vereinsbahnen fast allgemein eingehaltenen Lademafs I für den oberen Teil der Lademafse in Höhenabständen von je 10 cm besonders angegeben. Diesen Unterschiedsbeträgen sind gegebenenfalls die Einschränkungen nach den Ladetabellen A oder B hinzuzufügen. Das so erhaltene Gesamtmafs der Unterschiedsbeträge kann dann ohne weiteres von den auf den Bahnhöfen befindlichen Lehren des Lademafses I aus abgetragen werden. Zur praktischen Ausführung könnten die auf den Versandstationen vorhandenen Gestelle mit den Lademafsen I besteigbar eingerichtet werden, auch könnten diese Lehren aus breiten Blechen hergestellt und auf ihnen in den in Betracht kommenden Höhen in Abständen von 10 zu 10 cm Leisten angebracht werden, die es gestatten, einen Mafsstab aufzulegen, der bis zu dem jedesmal erforderlichen Stichmafs vorgeschoben wird. Mit Rücksicht auf die hohen Kosten, die eine derartige Änderung der vorhandenen Lehren erfordern würde, hat der Brückenausschufs davon Abstand genommen, eine solche Ergänzung der Lehren im Achsdruckverzeichnis zu empfehlen. Vielleicht kann eine solche Änderung auf einzelne Stationen, wo viele Wagen für vereinsfremde Bahnen aufkommen, beschränkt bleiben.

*) Dieses Verzeichnis leidet natürlich an denselben Mängeln wie das seitherige Radstandsverzeichnis.

### 8. Rechtslage.

Die Rechtslage der einzelnen Vereinsverwaltungen zu einander sollte auch im neuen Achsdruckverzeichnis dieselbe bleiben wie beim seitherigen Radstandsverzeichnis.

Dementsprechend heifst es in dem neuen Verzeichnis:

»Für die Übergangsfähigkeit und die Verpflichtung zur Übernahme der Güterwagen sind nur die Bestimmungen des Vereinswagenübereinkommens (V W Ü), zur Übernahme der Personen- und Gepäckwagen nur die Bestimmungen des Vereins-Personenwagenübereinkommens (V P Ü) mafsgebend.«

Dem wurde jedoch folgender Satz hinzugefügt:

»Gleichwohl haben alle Verwaltungen ihre Dienststellen anzuhalten, die Angaben des »Achsdruckverzeichnisses« genau zu beachten.« Hierdurch sollte erreicht werden, dafs nicht durch den 1. Satz eine laue Handhabung Platz greift und dafs die einzelnen Verwaltungen gegen ihre Beamten einschreiten, wenn sie die Bestimmungen des Achsdruckverzeichnisses nicht beachten.

### 9. Gröfse des neuen Achsdruckverzeichnisses und äufsere Form.

Das neue »Achsdruckverzeichnis« soll in der Gröfse 14,8 × 21 (nach D I N 476) gedruckt werden. Jede Anlage soll mit Seite 1 beginnen, damit die Anlagen Zug um Zug fertiggestellt und jederzeit ergänzt werden können.

Es ist zu hoffen, dafs die grofse Mühe, die auf die Neugestaltung des Achsdruckverzeichnisses aufgewendet worden ist, nicht umsonst war und dafs damit etwas Brauchbares geschaffen worden ist an Stelle von veralteten Vorschriften, die dem heutigen Stand nicht mehr entsprechen und die für die dienstliche Handhabung unbrauchbar waren.

# Die Werkstätteneinrichtungen auf der Eisenbahntechnischen Ausstellung in Seddin.

Von Regierungsbaurat a. D. **Giehler**, Berlin.

Wie die Eisenbahntechnische Tagung in ihren Vorträgen nicht nur das Eisenbahnfahrzeug in seiner Bauart behandelte, sondern auch dem für den Eisenbahnbetrieb so wichtigen Gebiet, der raschen, wirtschaftlichen und zuverlässigen Wiederherstellung nach den Abnutzungen des Betriebes Rechnung trug, so enthielt auch die Ausstellung in Seddin eine Zusammenstellung von Werkstätteneinrichtungen für Eisenbahnwerkstätten, Maschinen und Geräten, die das Interesse des Fachmannes in hohem Mafse in Anspruch nahm. Es konnte allerdings nicht erwartet werden, dafs dieser Teil der Ausstellung ein auch nur annähernd lückenloses Bild aller hierher gehörigen Einrichtungen geben würde. Dazu reichte schon der hierfür zur Verfügung stehende Raum nicht aus. Infolgedessen waren auch gröfsere maschinelle und für Eisenbahnwerkstätten wichtige Anlagen, darunter z. B. Schmiedeeinrichtungen spärlich vertreten, während sich kleinere Maschinen und Hilfseinrichtungen in gröfserem Umfang vorfanden. Immerhin war es zu begrüfsen, dafs es gelungen war, noch eine Anzahl gröfserer Maschinen z. B. Radsatzbank, Radreifenbohrbank, Spurkranzschweifsmaschine, Lochstanzen und Scheren aufzustellen und sogar zeitweilig im Betrieb zu zeigen. Die ausgestellten Gegenstände boten überdies des Sehenswerten noch reichlich genug und trugen dazu bei, dafs der Besucher auch diesen Teil der Ausstellung mit der gröfsten Befriedigung verliefs. Ein vollständig erschöpfendes Bild über alle ausgestellten, für den Werkstättenbetrieb in Frage kommenden Einrichtungen zu geben, ist kaum möglich. Aus der Fülle des Gebotenen sollen die bemerkenswertesten Einrichtungen herausgegriffen und kurz erläutert werden.

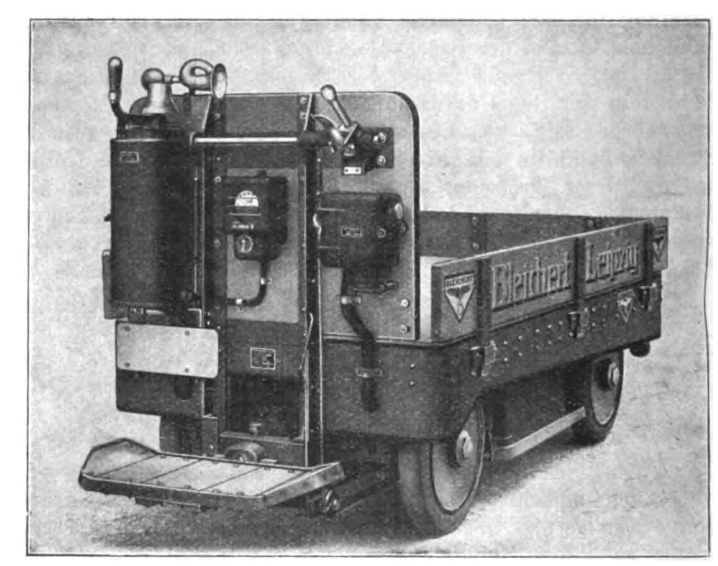
Die hohe Bedeutung, welche den Fördereinrichtungen im heutigen Leben zukommt, spiegelte sich in der grofsen Zahl dieser Einrichtungen, mit denen die Ausstellung beschickt wurde, wieder. Für den Bodenverkehr in Werkstätten, Lagerhallen, Bahnhöfen usw. spielen hierbei die Elektrowagen (Elektrokarren)*) eine grofse Rolle, da sie infolge ihrer Beweglichkeit auch in Räumen mit engen Gängen verwendet und in Werkstätten unmittelbar an die einzelnen Arbeitsplätze und Maschinen herangebracht werden können. Daneben besitzen sie noch einige andere Vorzüge wie einfache Handhabung, stete Betriebsbereitschaft und sparsame Verwendung des Kraftmittels. Es beschäftigt sich daher eine gröfsere Anzahl von Fabriken mit der Herstellung dieser Fahrzeuge, von denen auf der Ausstellung die Firmen Siemens-Schuckertwerke, Berlin, Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, Berlin, Adolf Bleichert & Co., Leipzig-Gohlis, Maschinenfabrik Efslingen, Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg und Hansa-Lloyd-Werke, Bremen, vertreten waren. Im allgemeinen haben sich drei Arten von Elektrowagen herausgebildet, und zwar Plattformwagen, Wagen mit Selbstladevorrichtung (Hub- und Krankarren) und Schlepper, von denen die ersteren infolge ihrer allgemeinen Verwendbarkeit die gröfste Verbreitung gefunden haben. Ein Überblick über die ausgestellten Fahrzeuge dieser Art zeigt, dafs sie in ihrer äufseren Gestalt nicht allzusehr von einander abweichen, so dafs man hier schon einer Typung nahe kommt. Sie werden überwiegend für Nutzlasten von 1500 kg, in kleinerem Umfang für 750 kg und für 2500 kg gebaut. Das Eigengewicht der Wagen für 1500 kg Nutzlast einschliefslich Batterie schwankt zwischen 1100 und 1200 kg. Die nutzbare Plattform hat eine Länge von etwa 2000 bis 2200 mm, eine Breite von 600 bis 650 mm und eine Höhe über Fufsboden von 600 bis 650 mm. Die vier gleichgrofsen Vollgummiräder haben 500 bis 540 mm Durchmesser und sind 85 mm breit. Die als Kraftspeicher dienende Batterie wird durchweg unterhalb der Plattform federnd aufgehängt.

*) An Stelle der Bezeichnung „Elektrokarren" wird nachfolgend überall die Bezeichnung „Elektrowagen" gebraucht, entsprechend der im Ausschufs für wirtschaftliches Förderwesen vorgesehenen Einteilung. Hiernach sind Wagen Fahrgeräte, bei denen das Gewicht der Last lediglich auf den Rädern ruht.

Mehr unterscheiden sich die Plattformwagen von einander hinsichtlich der Motorausstattung, des Antriebs, der Fahrschaltung, der Lenkung und der Wendefähigkeit. Sie sind entweder mit zwei Elektromotoren (S. S. W., A. E. G., Efslingen, M. A. N.), oder mit einem Elektromotor (A. E. G., Bleichert, Hansa-Lloyd), deren Stärken nicht unerheblich von einander abweichen, ausgerüstet. Im ersten Fall arbeitet je ein Motor auf die beiden angetriebenen Laufräder, im zweiten Fall wird die Bewegung des Motors durch Ritzel und Zahnkranz auf die Räder der angetriebenen Achse übertragen. Die erste Anordnung hat den Vorzug, dafs sich jedes Treibrad einzeln den verschiedenen Kurven entsprechend einstellen kann, wodurch eine gröfsere Wendigkeit erreicht wird. Infolgedessen gleiten die Räder nicht und die Gummireifen werden weniger abgenutzt. Die Wagen haben entweder Zweirad- oder Vierradlenkung (S. S. W. und A. E. G.). Im letzten Fall treffen sich in jeder Kurvenstellung die Mittelpunktslote sämtlicher Räder in einem Punkt, so dafs ein einwandfreies Abrollen jedes Laufrades auf der Kreisbahn erfolgt. Die Wagen erreichen ein sehr hohes Mafs von Wendefähigkeit, S. S.W.-Wagen haben z. B. 500 mm kleinsten inneren Fahrkreishalbmesser.

Die Bedienung der Wagen erfolgt in der Weise, dafs eine Hand des Führers den Fahrschalter, die andere den senkrecht oder seitwärts ausschlagenden Steuerhebel oder das Steuerrad bedient. Eine Ausnahme hiervon bildet der mit einem Trittbrettlenker ausgestattete Bleichertsche Wagen »Eidechse« (Abb. 1). Die Steuerung erfolgt hier dadurch, dafs der Führer durch

Abb. 1. Elektrowagen „Eidechse".




Neigen seines Körpers nach rechts (bei Rechtskurven) oder links (bei Linkskurven) das als Wippe ausgebildete Fufsbrett, auf welchem er in gespreizter Fufsstellung steht, nach diesen Richtungen zum Ausschlag bringt. Die Wippenbewegung wird durch ein Gestänge auf die Lenkachse übertragen. Dem Führer soll hierdurch die Möglichkeit gegeben werden, die freibleibende Hand, die sonst durch die Steuerung in Anspruch genommen werden würde, für einen festen Halt und die Bedienung der Bremse zu benutzen. Die Elektrowagen haben sämtlich Backen- oder Bandbremsen, die mit Ausnahme des Bleichertschen Wagens durch Fufstritthebel betätigt werden und aufserdem elektrische Bremsung. Der Fahrbereich der Wagen mit einer Batterieladung beträgt je nach Art der

Fahrstrafse und Batteriegröfse bis zu 60 Nutzlast-Tonnenkilometer, die zulässige Steigung bei Vollast bis zu 1 : 10. Als Batterie verwendet man an Stelle der früher verwendeten Gitterbatterie besser die Grofsoberflächenbatterie, welche gegen Erschütterungen und elektrische Überbeanspruchung weniger empfindlich ist und eine wesentlich gröfsere Lebensdauer hat.

Eine weitere Fördereinrichtung, von der in letzter Zeit viel die Rede war, der Einachsschlepper, Bauart Moog, wurde von der Firma Amme, Giesecke & Konegen, A. G. Braunschweig ausgestellt. Der Einachsschlepper, der auch unter dem Namen »elektrisches Pferd« bekannt ist, wird hauptsächlich zum Verschieben (Schieben und Drücken) von Wagen auf Anschlufsgleisen oder innerhalb des Werks verwendet und hat anderen Verschiebemitteln gegenüber mancherlei Vorteile. Hierzu gehören geringe Anlage- und Bedienungskosten, leichte Handhabung, grofse Beweglichkeit, Verwendbarkeit an beliebiger Stelle, Unabhängigkeit von Gleisen, keine Sperrung der Wege und Gefährdung des Verkehrs, wie sie z. B. Rangierwinden und Spillanlagen mit Rangierseilen mit sich bringen. Der Schlepper eignet sich namentlich für kleinere Werke, bei denen Wagen auf geringe Entfernungen und in verhältnismäfsig kleiner Anzahl zu verschieben sind und deshalb Rangier-Lokomotiven oder Seilverschiebeanlagen wegen ungenügender Ausnutzungsmöglichkeit nicht in Frage kommen. Daneben kann der Schlepper noch wie ein Elektrowagen zur Beförderung schwerer Lasten aller Art benutzt werden. Vorraussetzung ist das Vorhandensein befestigter Wege. Die Anzugskraft des Einachsschleppers beträgt bis 1000 kg, seine Normalkraft 250 kg bei 4 km/Std. Fahrgeschwindigkeit. Der Elektromotor hat eine Stärke von 3,5 PS. Die Räder haben Doppelbereifung aus starkem Vollgummi. Die Akkumulatorenbatterie ist im Traggestell untergebracht. Ihr Gewicht trägt zur Erhöhung der Reibung und infolgedessen zur Erzielung einer hohen Zugkraft bei. Das Fahrzeug wird vom Führer an der Deichsel gelenkt, an der auch das Handrad zur Betätigung des Fahrschalters angebracht ist.

In den Fällen, in denen Einachsschlepper wegen Mangel an ebenen und gut befestigten Wegen nicht verwendet werden können, kommen für Verschiebezwecke der von der Maschinen- und Armaturenfabrik vorm. H. Breuer & Co., Höchst a. Main hergestellte Lokomotor und der elektrische Plattformwagen der Maschinenfabrik Gottwald Müller, Berlin-Karlshorst in Frage. Der Lokomotor ist ein regelspuriges durch einen Verbrennungsmotor von 20 bis 25 PS angetriebenes Fahrzeug, das sich von anderen für Verschiebezwecke gebrauchten Fahrzeugen durch die Art seiner Kupplung mit dem zu bewegenden Wagen unterscheidet. Diese erfolgt in der Weise, dafs eine in der Mitte des Lokomotorgestells federnd angeordnete Winde unter den Stirnbalken des Wagens geschoben und zugleich das Windengehäuse mittels Handrad und Spindel soweit angehoben wird, dafs ein Teil des Wagengewichts sich auf den Lokomotor überträgt und dadurch sein Reibungsgewicht vergröfsert. Der Lokomotor kann infolgedessen trotz geringen Eigengewichts eine hohe Zugkraft entwickeln und zwei bis drei beladene Wagen bewegen. Eine Beschreibung des Lokomotors mit Abbildung enthält Heft 4 des Jahrgangs 1924 (S. 88) des Organs.

Der elektrische Plattformwagen der Firma Gottwald Müller ist ein Gleisfahrzeug und kann sowohl für Verschiebezwecke wie für Förderung von Lasten in den Werkstätten Verwendung finden. Als Rangierfahrzeug wird er meist für eine motorische Leistung von 10 bis 30 PS gebaut, welche zum Verschieben von zwei bis fünf Wagen ausreicht. Zum Gebrauch für den Werkstättenverkehr werden die Plattformwagen in den verschiedensten Gröfsen und Bauarten, u. a. auch mit Schwenkkran und im allgemeinen für Belastungen von 1500 bis 10000 kg ausgeführt. Sie eignen sich in Verbindung mit Anhängern besonders für Werke mit ausgedehntem und weit verzweigtem Gleisnetz. Die Wagen werden sowohl für Regelspur wie für Schmalspur gebaut, doch dürfte ihr Hauptanwendungsgebiet die regelspurige Bahn sein.

Als Ersatz für Lokomotiven werden für Verschiebezwecke innerhalb eines örtlich begrenzten Gebiets Seilzugwinden und Spills mit den erforderlichen Lenkrollen verwendet. Eine Seilzugwinde mit Elektromotor wurde von der Rheiner Maschinenfabrik Windhoff A. G., Rheine i. W., ein elektrisch angetriebenes Spill von der Maschinenfabrik E. Becker, Berlin-Reinickendorf ausgestellt. Letztere Firma stattet ihre Spills neuerdings mit einer ihr patentierten Seilwickelvorrichtung aus. Das Zugseil legt sich hierbei nicht wie bei den Spills bisheriger Bauart in mehreren Windungen um die Spilltrommel, von der es durch einen Arbeiter von Hand abgezogen wird, sondern wird an der Seiltrommel befestigt und durch die Seilwickelvorrichtung in mehreren Lagen selbsttätig auf die Trommel aufgewickelt. Die Bedienung wird hierdurch sehr vereinfacht.

Die Hängebahnförderung wurde durch die deutsche Maschinenfabrik A. G., Duisburg (Demag) vorgeführt, welche auf einer in Form einer Acht angelegten, eine Drehscheibe und eine Weiche enthaltenden Einschienenfahrbahn eine Elektrohängebahn-Laufkatze mit Führersitz und den bekannten Demag-Elektrozug mit Fahrwerk laufen liefs. Letzterer hat in den Eisenbahnwerkstätten schon ausgedehnte Anwendung, u. a. auch für die Zuführung von Radsätzen zu den Radsatzbänken als Ersatz für die unwirtschaftlich arbeitenden Prefsluftlhebezeuge gefunden. Auch die auf der Ausstellung arbeitenden Maschinen für Räderbearbeitung wurden durch einen Elektrozug bedient.

Von den Hebezeugen für Werkstättenzwecke seien die bekannten zum Heben von Fahrzeugen ohne Zuhilfenahme von Querträgern benutzten Kuttruffschen Hebeböcke erwähnt. Ihre Verwendung in Verbindung mit einer fahrbaren elektrischen Triebmaschine wurde von dem Werdohler Stanz- und Hammerwerk an einem vierachsigen Schlafwagen vorgeführt. Der ausgestellte Hebebocksatz hat eine Tragkraft von 40 t. Die Hubhöhe beträgt 1500 mm, die Hubgeschwindigkeit 120 mm in der Minute. Der Ausleger ist von 490 auf 750 mm verschiebbar. Die Kurbelwellen der Hebeböcke besitzen eine Vorrichtung, die eine Ein- oder Ausschaltung einzelner Böcke aus der Gesamtwellenleitung gestattet, um sie beim Ausrichten der Last von Hand betätigen zu können.

Abb. 2. Hebebock „Perpetuum“ von Pützer-de Fries.

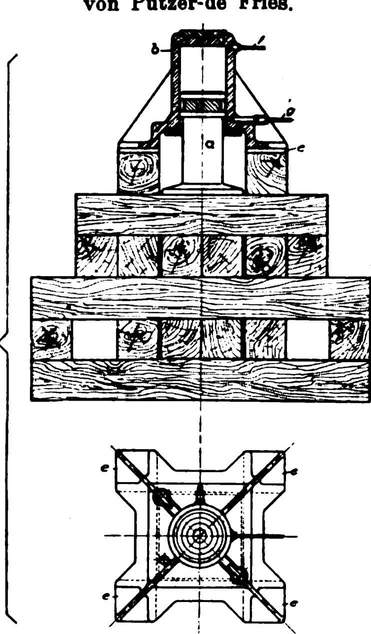
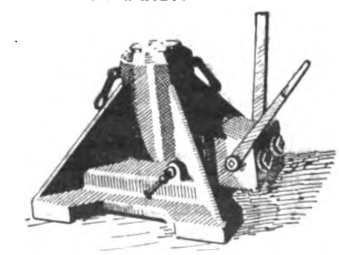


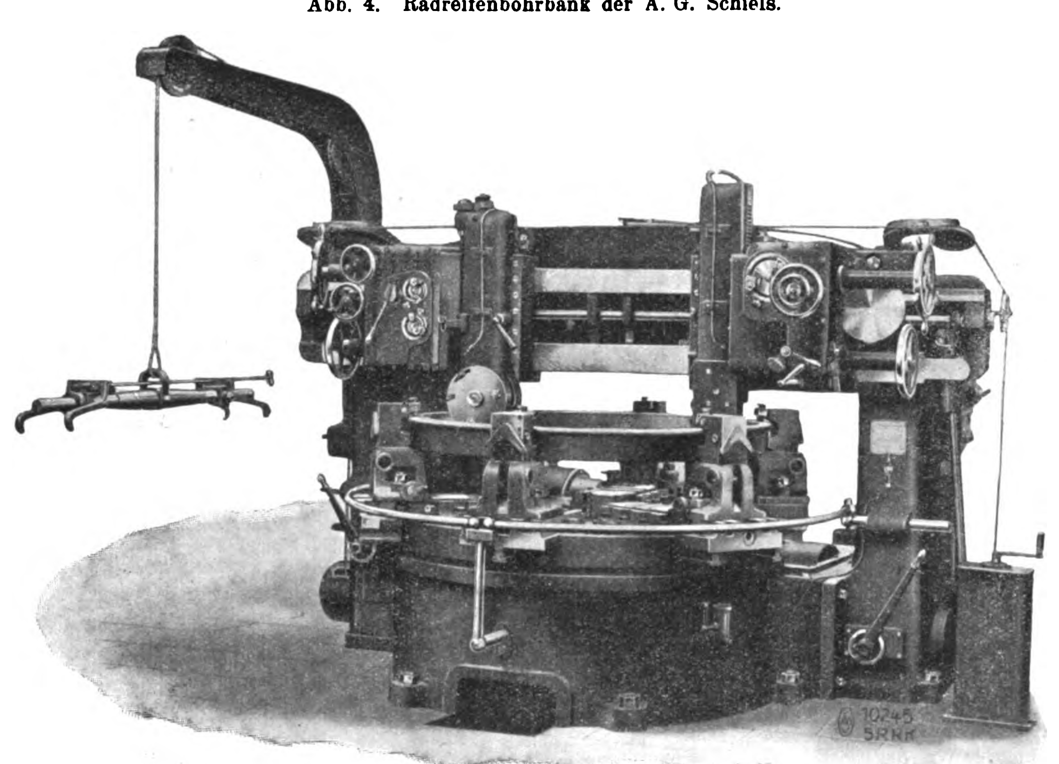
Abb. 3. Hebebock „Perpetuum“ von Pützer-de Fries.



Die deutsche Hebezeugfabrik Pützer-de Fries, Düsseldorf war mit ihren hydraulischen Hebeböcken »Perpetuum« am Platze, die zum Heben schwerer Lasten wie ganzer Brücken, Dachkonstruktionen, Lokomotiven, insbesondere auch bei Aufgleisungsarbeiten usw. bestimmt sind (Abb. 2 und 3). Die Hebeböcke bestehen wie die gewöhn-

lichen hydraulischen Hebeböcke aus Zylinder und Kolben mit dem Unterschiede, dafs der Zylinder an die Stelle des Kolbens tritt, also zum Hubzylinder wird. Durch nach einander erfolgende Unterklotzung des Zylinders und des Kolbens werden die Lasten abschnittsweise gehoben (Abb. 2). Infolgedessen ist für jeden Angriffspunkt an Stelle der früher benutzten abwechselnd in Wirksamkeit tretenden zwei Hebeböcke nur einer erforderlich. Die Hebeböcke werden für eine Tragkraft von 50, 100, 200 und 300 t geliefert. Das Prefswasser wird durch Prefspumpen erzeugt, die am besten elektrisch angetrieben werden.

Abb. 4. Radreifenbohrbank der A. G. Schiefs.



Eine ähnliche Wirkungsweise zeigte die »Doppelhub-Fahrzeugwinde« der Werkzeugfabrik Ed. Wille, Cronenberg (Rhld.) Sie hat gegenüber den gewöhnlichen Zahnstangenwinden den Vorzug eines grofsen Hubes bei geringer Bauhöhe. Dieser Vorteil wird dadurch erreicht, dafs nach dem in üblicher Weise erfolgten Hochwinden der Zahnstange diese festgelegt, eine Tragstütze zwischen Klaue und Gehäuseoberteil eingesetzt und alsdann nach Umlegen der Sperrklinke unter Linksdrehung der Kurbel das äufsere Gehäuse hochgewunden wird. Sowohl im Werkstättenbetrieb wie beim Aufgleisen von Fahrzeugen wird die Doppelhubwinde mit Vorteil Verwendung finden können.

Nicht so reichlich wie man hätte erwarten dürfen, waren die Werkzeugmaschinen auf der Ausstellung vertreten. Wir begegneten hier zunächst den der Bearbeitung von Radsätzen und Rädern dienenden Maschinen der Maschinenfabrik Schiefs, A. G., Düsseldorf und der Werkzeugmaschinenfabrik A. G. Collet & Engelhard, Offenbach. Schiefs führte eine Radreifenbohrbank zum Ausdrehen von Radreifen mit Innendurchmesser von 700 bis 1950 mm, Andrehen des schrägen Ansatzes und Einstechen der Sprengringnuten im Betrieb vor (Abb. 4). Die Planscheibe macht sieben Umdrehungen in der Minute. Sie hat einen Durchmesser von 1900 mm, der durch ausschiebbare Spannbalken bis auf 2500 mm vergröfsert werden kann. Durch diese Einrichtung soll die Beobachtung der Stähle und die Bedienung der Supporte bei Bearbeitung kleinerer Radreifen erleichtert werden. Die Leistung beträgt vier bis fünf Radreifen von 1950 mm Laufkreisdurchmesser aus Material von etwa 75 kg Festigkeit in 8 Std. Kraftbedarf 25 PS. Die Radreifen werden mittels eines am Maschinenständer befindlichen Schwenkkrans, der vom Hauptmotor betrieben wird, auf und abgebracht. Als neue Einrichtungen sind noch zu erwähnen die der Firma patentierten Festspannvorrichtungen, welche ein selbsttätiges Festspannen und Lösen der Radreifen bei einer Umdrehung der Planscheibe ermöglichen und eine Feinmefsvorrichtung zum Einstellen der Stähle.

Collet & Engelhard zeigten ihre Wagenradsatzbank, die uns aus den Eisenbahnwerkstätten bekannt ist, ebenfalls im Betriebe. Die Bank zeichnet sich durch starke Bauart, hohe Schnittgeschwindigkeiten, grofse Vorschübe, kräftig gehaltene Supporte sowie durch vereinfachte und kräftig wirkende Aufspannvorrichtungen aus. Der Antrieb erfolgt vorteilhaft durch Elektromotor mit Geschwindigkeitsregelung, weil dadurch die jeweilig gebrauchten Schnittgeschwindigkeiten am schnellsten eingestellt werden können. Die Fabrik gewährleistet eine Leistung von 15 Radsätzen in neun Stunden, die jedoch meist übertroffen wird.

Die Firma stellte aufserdem noch mehrere für Lokomotivwerkstätten in Frage kommende Maschinen aus, darunter einen tragbaren Zylinderbohrapparat, der zum Ausbohren und Schlichten von Lokomotivzylindern dient, ohne dafs diese vom Rahmen abgenommen werden müssen. Er kann von Hand, durch einen fahrbaren Elektromotor mit Gelenkwelle oder unmittelbar durch einen eingebauten Elektromotor betrieben werden. Ferner eine fahrbare, elektrisch angetriebene Bohr- und Gewindeschneidmaschine für 60 mm Bohrdurchmesser und eine fahrbare, ebenfalls elekrisch angetriebene Universal-Radialbohrmaschine zum Ausbohren von Stehbolzen an Feuerbüchsen für einen Bohrdurchmesser von 26 mm und eine Bohrtiefe von 150 mm (Abb. 5). Die Maschine besteht aus einer einen Ausleger tragenden Säule, welche auf einer Grundplatte drehbar und längs und quer verschiebbar ist. Der Ausleger ist an der Säule in senkrechter Richtung verstellbar und aufserdem schwenkbar angeordnet. Er nimmt an dem einen Ende den Elektromotor auf, der die am anderen Ende befindliche und in jeder beliebigen Richtung einstellbare Bohrspindel antreibt. Die Grundplatte ist auf vier Rollen fahrbar und wird beim Bohren durch vier kräftige Schraubenspindeln abgestützt.

Eine ortsveränderliche Schieberbuchsen-Schleifmaschine zum Ausschleifen von Lokomotiv-Schieberbuchsen brachten die Schleifmaschinen- und Schmirgelwerke A. G. Mayer & Schmidt, Offenbach. Das Gerät, mit dem sämtliche Schieberbuchsen der normalen Lokomotivgattungen von 200 bis 300 mm Durchmesser genau rund und glatt geschliffen werden können, wird durch Spannwinkel und geeignete Zentrierringe an dem Schieberkastenflansch der Lokomotive befestigt. Er besteht aus einem auslegerartigen Bett, auf dem die Schleifeinrichtung selbsttätig hin- und hergeführt wird. An dem vorderen Ende eines festgelagerten Rohres ist ein Planetengetriebe mit der Schleifwellenlagerung untergebracht. Der Antrieb erfolgt durch einen mit der Schleifeinrichtung zusammengebauten Elektromotor von 3,5 PS.

Die Werkzeugmaschinenfabrik Carl Hasse & Wrede, Berlin stellte ein zweispindliges, wagrechtes Sonderbohrwerk zum gleichzeitigen Ausbohren und Abflächen zweier Lager an Pleuel-, Schieber-, Exzenter- und Kuppelstangen aus, das bereits an zahlreiche Eisenbahnwerkstätten geliefert wurde (Abb. 6). Es besteht aus einem kräftigen Bett mit einem feststehenden und einem

Abb. 5. Fahrbare Universalradialmaschine für Stehbolzen von Collet und Engelhard.

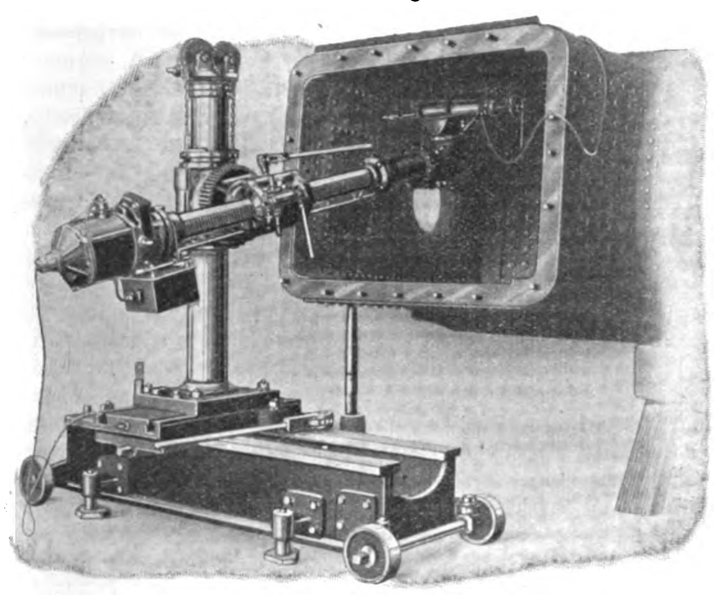
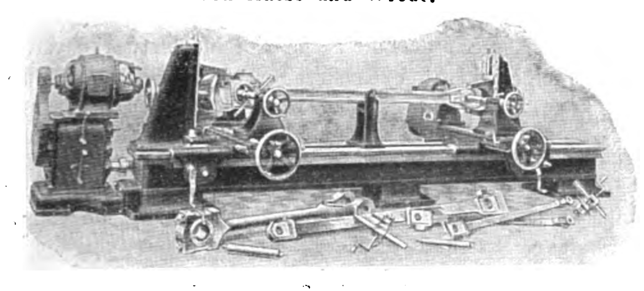


Abb. 6. Zweispindliges wagerechtes Sonderbohrwerk von Hasse und Wrede.



verschiebbar angeordneten Aufspannbock. Zwischen diesen Böcken befinden sich zwei durch Zahnstange längs verschiebbare und feststellbare Supporte, die auf ihren Querschlitten je einen Spindelkasten und einen Reitstock zur Aufnahme der Bohrstangen und Abflächsupporte tragen. Die Mittenentfernung beider Bohrspindeln ist an zwei Mefsstäben mittels Nonius bis auf 0,1 mm genau ablesbar. Die Spindelkästen werden durch eine an der hinteren Bettseite gelagerte Welle, die zweckmäfsig mit Elektromotor gekuppelt wird, angetrieben.

Von Drehbänken war eine in allen Teilen gut durchgebildete und nach dem Austauschverfahren hergestellte Leit- und Zugspindeldrehbank der Firma Heinrich Sonnenberg, A. G., Berlin mit Stufenscheibenantrieb von 225 mm Spitzenhöhe und 1000 mm Spitzenweite zu sehen. Eine Universal-Revolverdrehbank wurde von der Werkzeugmaschinenfabrik Carl Hasse & Wrede, Berlin ausgestellt. Sie hat 32 mm Spindelbohrung und Einzelantrieb durch Elektromotor, der an der rückwärtigen Seite des Maschinenbetts angebaut ist. Die Firma rüstet neuerdings diese Maschine mit einem Spindelstockmotor, Bauart Siemens-Schuckert aus, dessen Hohlwelle wegen der bei Revolverbänken vorkommenden Stangenarbeiten eine besonders grofse Bohrung erhalten mufs. Für augenblickliches Stillsetzen ist eine wirksame elektrische Bremsung vorgesehen. Aufserdem zeigte die Werkzeugmaschinenfabrik Collet & Engelhard, Offenbach eine Stehbolzen-Dreh- und Gewindeschneidmaschine mit einer Spindelbohrung von 45 mm im Betriebe. Die Stehbolzen werden unmittelbar von der Stange gedreht, mit gleichem oder abgesetzten Gewinde versehen und abgestochen. Hierbei werden zum Drehen von kürzeren Stehbolzen drei, von längeren Stehbolzen und Deckenankern vier Stähle gleichzeitig verwendet, wodurch die Drehzeit sehr abgekürzt wird. Bemerkenswert ist, dafs die Herstellung des Gewindes nicht wie bei ähnlichen Maschinen durch Strählen, sondern durch einen mit selbst öffnenden Gewindeschneidbacken versehenen Schneidkopf erfolgt. Hierdurch wird ein gröfserer Genauigkeitsgrad, der beim Strählen mehr oder weniger von der Geschicklichkeit des Arbeiters abhängt, erreicht.

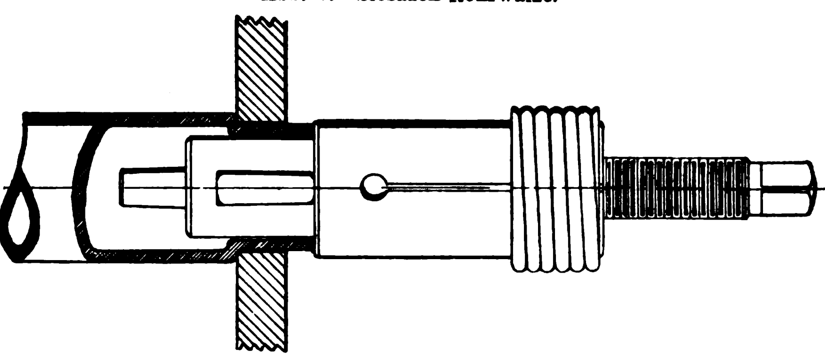
Allgemein bekannt sind die Maschinen der Berlin-Erfurter Maschinenfabrik Henry Pels & Co., deren Körper aus geschmiedeten, d. h. ausgewalzten S. M.-Stahlplatten, also bruchsicher hergestellt wird. Diese Bauart ist besonders da berechtigt, wo wegen grofser Leistungen im Dauerbetrieb hohe Anforderungen an das Material gestellt werden. Es waren drei dieser Maschinen im Betrieb zu sehen. Die Lokomotivrahmen-Ausstofsmaschine wird im Lokomotivbau zur Bearbeitung der Lokomotivrahmenplatten verwendet, aus welchen sie durch fortlaufendes Lochen die für die Achslager und Drehgestelle bestimmten Aussparungen sowie die mitten im Plattenmaterial liegenden Öffnungen herausarbeitet. Durch Auswechseln der hierzu erforderlichen Ausstofswerkzeuge gegen Scherwerkzeuge läfst sich die Maschine auch zum Schneiden von Blechen benutzen. Sie hat eine Ausladung von 1000 mm, stanzt Löcher von 50 mm Durchmesser in Bleche von 40 mm Stärke und macht 22 Hübe in der Minute. Kraftbedarf 25 PS. Die zweite Maschine, eine mit Stab-, Formeisen- und Gehrungsschneider vereinigte Lochstanze ist vorzugsweise für den Wagenbau geeignet. Sie dient u. a. zum Lochen der Zughakenführungs- und Pufferlöcher in die Kopfträger der Wagenrahmen. Auf dem Eisenschneider werden alle im Rahmenbau vorkommenden Profile so sauber auf fertige Längen geschnitten, dafs eine Nachbearbeitung der Schnittfläche irgend welcher Art überflüssig ist. Die dritte Maschine ist eine Blechschere zum Schneiden von Blechen unbegrenzter Länge und Breite, die mit einer Patent-Universal-Lochstanze und schräg liegendem Eisen- und Gehrungsschneider vereinigt ist. Diese Maschine kann als Universalmaschine für die gesamte Eisenverarbeitung angesehen werden. Sie schneidet Bleche bis 20 mm Stärke und stanzt Löcher von 30 mm Durchmesser.

Eine Rohrbiegemaschine »Maximum« stellte die Firma Klarwasser & Hilgers, Rodenkirchen-Rhein aus. Auf ihr können Eisen-, Stahl-, Messing-, Kupfer- und andere Rohre für alle Verwendungszwecke und in beliebiger Form kalt und ohne dafs es einer Füllung bedarf, gebogen werden. Die so gebogenen Rohre haben vor den warm gebogenen den Vorteil, dafs sie äufserlich sauber und einwandfrei und innerlich frei von Zunder sind. Aufserdem treten Ersparnisse an Arbeitslohn und Brennstoff ein. Die Maschine wird in vier Gröfsen für Rohre von $^1/_8$" bis 4" sowohl für Handbetrieb allein wie für Hand- und Kraftbetrieb geliefert. Die Biegewerkzeuge sind auswechselbar. Aufser einfachen Rohrbogen können bei Einsatz entsprechender Biegewerkzeuge auch Spiralen (Schlangen) hergestellt werden. Die Maschine eignet sich namentlich auch zum Biegen der Dampf-, Wasser- und Sandrohre der Lokomotiven und der Leitungsrohre der Kunze-Knorr-Bremse.

Das Slesazek-Werk, A.-G., Berlin führte seine bereits in vielen Werkstätten verwendete Patent-Rohrwalze zum Einwalzen von Rauch- und Heizrohren mit Antrieb durch Elektromotor vor (Abb. 7). Die Walze gehört zu den Schraubenwalzen, bei denen im Gegensatz zu den jetzt nicht mehr verwendeten Schlagwalzen der Vorschub der Rollen mit Hilfe einer Schraube stattfindet. Bekanntlich sollen die Rohre zur Schonung der Rohrwände nicht stärker eingewalzt werden, als zur sicheren Abdichtung nötig

ist. Bei den gewöhnlichen Schraubenwalzen ist man hierbei lediglich auf das Gefühl des Arbeiters angewiesen. Es besteht daher die Gefahr des Überwalzens. Das Slesazek-Werk sucht dieser Gefahr durch Verwendung einer Druckbegrenzungseinrichtung zu begegnen, die aus einer den geschlitzten Gehäusezylinder umschliefsenden Spannfeder besteht. Die Walze wird daher mit Vorteil in Werkstätten mit ungeübten Arbeitskräften und besonders bei motorischem Antrieb, wo jegliches Gefühl des Arbeiters ausgeschaltet ist, verwendet.

Abb. 7. Slesazek-Rohrwalze.



Die Wagenbauanstalt Oldenburg, A.-G. stellte Vorrichtungen zum Richten und Biegen von Schienen, Trägern, Wellen und dergleichen, zum Richten verbogener Stirnwandrahmen und durchgedrückter Stirnwandwinkel offener Güterwagen, zum Richten eingedrückter Pufferbohlen und zum Richten ausgeschlagener Achsgabeln an Wagen aus. Die Vorrichtungen stellen ortsveränderliche, in ihren Einzelheiten den Arbeitsstücken angepafste Pressen dar, mit denen diese Stücke gerade gebogen werden können, ohne dafs sie vom Wagen losgenommen zu werden brauchen. Sie sind als Kniehebelpressen ausgebildet, welche an den zu richtenden Teilen derart befestigt werden, dafs der innerhalb der Presse angeordnete doppelte Kniehebel einen auf die durchzudrückende Stelle einwirkenden Stempel vortreibt. Der Kniehebel wird durch eine rechts- und linksgängige Schraubenspindel betätigt, deren Drehung mit Hilfe zweier an ihren Enden angreifenden langen Windeisen erfolgt. Mit den Vorrichtungen lassen sich erhebliche Ersparnisse an Zeit und Instandsetzungskosten erzielen. Ausführliche Beschreibungen mit Abbildungen finden sich in Heft 1, Jahrgang 1913 und Heft 12, Jahrgang 1914 des Organs und Heft 26, Jahrgang 1922 der Verkehrstechnik.

Eine grofse Rolle spielen im heutigen Werkstättenbetrieb, wie auch die Ausstellung zeigte, die Prefsluft- und Elektrowerkzeuge. Die Erkenntnis, dafs aus wirtschaftlichen Gründen ein möglichst weitgehender Ersatz der Handwerkzeuge durch motorisch angetriebene Werkzeuge angestrebt werden mufs und dafs auch in vielen Fällen die Heranführung leichter Arbeitsmaschinen an das Werkstück dem Transport des letzteren an ortsfeste Maschinen vorzuziehen ist, hat dazu geführt, dafs ortsveränderliche, durch Prefsluft oder elektrisch angetriebene Werkzeugmaschinen in stetig wachsendem Umfang Verwendung finden. Sie erobern sich immer weitere Arbeitsgebiete wie z. B. das Einschneiden von Gewinden in die Stehbolzenlöcher der Feuerkisten oder in Löcher für die Decken- und Queranker, das Aufwalzen von Rauch- und Heizrohren, das Einziehen von Stehbolzen, das Aufreiben von Nietlöchern grofsen Durchmessers und grofser Tiefe. Hierbei führen die Prefsluftbohrmaschinen einen harten Kampf mit den Elektro-Bohrmaschinen. Die Folgen dieses scharfen Wettbewerbs zeigen sich in Verbesserungen, die sich hauptsächlich auf die Erhöhung der Leistung, Verbesserung der Wirtschaftlichkeit, Gestaltung der äufseren Form, Herabsetzung des Eigengewichts, Ersatz der Gleitlager durch Rollen- oder Kugellager, Überlastbarkeit und Empfindlichkeit gegen rauhe Behandlung erstrecken.

Die Prefsluftbohrmaschine hat gegenüber der elektrischen Bohrmaschine voraus, dafs sie, ohne Schaden zu nehmen, bis zur äufsersten Grenze, d. h. bis zum Stillstand überlastet werden kann. Bei der elektrischen Bohrmaschine schützt man sich gegen Überlastung und die daraus entstehende Gefahr des Durchbrennens der Wicklung am besten durch Verwendung möglichst kräftiger Maschinen, mufs dann allerdings ein höheres Gewicht in Kauf nehmen. Anderseits hat die Prefsluftbohrmaschine den Nachteil, dafs zur Erzeugung der Drehbewegung des Werkzeugs der mit einem Energieverlust verbundene Umweg über die Prefsluft erforderlich ist, worunter die Wirtschaftlichkeit leidet. Um diesen Nachteil möglichst wenig in Erscheinung treten zu lassen, sind die Hersteller der Prefsluftwerkzeuge bestrebt, den Luftverbrauch durch Verbesserung der Luftzuführung und der Steuervorgänge auf ein Kleinstmafs herabzusetzen. Für die hierzu erforderlichen Untersuchungen sind Prüfstände erforderlich, auf welchen zugleich auch die Fertigfabrikate einer Abnahmeprüfung unterworfen werden. Während der Ausstellung bot sich Gelegenheit, einen solchen Prüfstand in der Fabrik der Prefsluftwerkzeug- und Maschinenbau A. G. »Premag«, Berlin zu besichtigen. Von dieser Firma wie auch von Friedr. Krupp, Essen sahen wir auf der Ausstellung eine stattliche Anzahl neuzeitlicher Prefsluftmaschinen wie Bohrmaschinen, Eckenbohrmaschinen, Meifsel- und Niethämmer, Stehbolzen-Niethämmer, Gegenhalter, Stampfer, Kesselsteinabklopfer und Abbruchhämmer für Abbruch- und Aufbrecharbeiten an Fundamenten, Gebäuden usw.

Durch elektrisch angetriebene Bohrmaschinen zum Gewindeschneiden in Kesselböden, zum Einschrauben der Anker- und Stehbolzen und zum Aufwalzen der Heiz- und Rauchrohre, ferner durch Schleifmaschinen für Sonderzwecke waren die Firmen Friedr. Krupp, Essen und die Siemens-Schuckertwerke vertreten.

Die Wichtigkeit der Prefsluft für Werkstätteneinrichtungen, deren Verwendung für Antrieb von Werkzeugen nur ein Teilgebiet darstellt, liefs sich auch aus der guten Beschickung der Ausstellung mit Luftverdichtern erkennen. Hieran waren beteiligt die Berliner A. G. für Eisengiefserei und Maschinenfabrikation vormals J. C. Freund & Co., Charlottenburg, die Maschinenbau A. G. Balcke, Bochum, Werk Frankenthal (Pfalz) und die Firma A. Borsig, Berlin-Tegel. Der Einzylinder-Verbundverdichter der letzteren Firma für 6 bis 8 at Überdruck und 2,5 cbm minutlicher Ansaugeleistung bediente eine Entstäubungsanlage zur Reinigung von Eisenbahnwagen und Polstern. Ferner führte die »Demag« noch einen auf einem Fahrgestell angeordneten zweistufigen Verdichter mit Drehkolben in Verbindung mit einem Sandstrahlgebläse vor. Die Anlage ist zum Abrosten von Brücken, Bahnübergängen und dergl. bestimmt. Der Verdichter war mit einem Vierzylinder-Benzolmotor von 45 PS unmittelbar gekuppelt. Er lieferte auf der Ausstellung auch die Prefsluft für die von der Meurerschen A. G., Berlin-Neukölln aufgestellte Metallspritzanlage. Nach diesem Spritzverfahren können Gegenstände aller Art metallisiert werden, insbesondere eignet es sich für Spritzverzinkung von Eisenteilen, die der Feuchtigkeit und damit der Gefahr des Rostens ausgesetzt sind wie Schrauben, Muttern, Bolzen, Bleche, ganze Dach- und Brückenkonstruktionen, Krane usw.

Von hydraulischen Maschinen ist zunächst eine von der Firma A. Borsig, Berlin-Tegel ausgeführte Pufferrichtpresse (Abb. 8) zum Richten verbogener Pufferstangen und Pufferteller zu erwähnen. Diese Presse besteht im wesentlichen aus einem kräftigen, aus Stahlgufs gefertigten Ständer, in welchem gleichzeitig ein wagrechter und ein senkrechter Arbeitszylinder eingegossen ist. In diesen beiden Zylindern gleiten die Prefstauchkolben, an deren Köpfen die Werkzeuge sowohl zum Richten der Stangen als auch zum Richten der Pufferteller befestigt sind. Der Prefs-

druck der beiden Arbeitszylinder beträgt je 40 t, der Betriebswasserdruck 120 at. Die ausgestellte Presse war für das Eisenbahnwerk Brandenburg West bestimmt. Von der Firma I. Banning, A. G., Hamm wurde eine hydraulische Nietmaschine für Nieten bis zu 28 mm Durchmesser im Betriebe gezeigt. Die Maschine war dadurch bemerkenswert, dafs der Leerhub und das Unterdrucksetzen des Nietkolbens von der Prefspumpe besorgt wird, die Aufrechterhaltung des Druckes während der etwa 15 Sekunden dauernden Schliefszeit dagegen von einem kleinen Hilfsakkumulator erfolgt.

Die A. G. A. Hering, Nürnberg stellte den durch das Genaugiefsverfahren in den Eisenbahnwerkstätten bekannten Lagermetallschmelzofen für Weifsmetalle, Lurgimetall usw., Bauart des Reichsbahn-Versuchsamts Göttingen, aus (Abb. 9). Der aus Winkelrahmen bestehende, innen mit Chamotte ausgemauerte Ofen hat einen Generator. In diesem wird Koksgas erzeugt, dessen kurze Flamme mit etwa 800 bis 1000° C um den Schmelztiegel herumstreicht. Die abziehenden Gase werden durch die Ausschmelzkammer geleitet und hier zum Ausschmelzen der alten Lager nutzbar gemacht. Die Metalltemperatur wird dauernd durch ein elektrisches Pyrometer überwacht. Der Ofen hat eine Aushebe- und Kippvorrichtung, durch die ein schnelles Herausheben des Tiegels aus der Schmelzöffnung und rasches Giefsen ermöglicht wird. Zum Ausgiefsen der Lager wird ein fahrbarer Giefstisch besonderer Bauart benutzt.

Zum Schmelzen von Eisen- und Stahl-Legierungen sowie Edelmetallen für das Kleingewerbe und den Versuchsraum eignen sich die von der Firma Friedr. Krupp, A. G., Essen-Ruhr hergestellten elektrischen Schmelzöfen (Kryptolöfen). Sie werden als Kipp- oder als Standöfen und in verschiedenen Gröfsen, z. B. für 2 bis 30 kg Eiseneinsatz gebaut. Als Heizwiderstand dient Kryptol, ein vorwiegend aus zerkleinerter Bogenlampenkohle bestehender Stoff; als Tiegelmaterial wird Magnesit verwendet. Mit den Öfen werden Wärmegrade bis 1700° C erreicht. Ein weiteres Erzeugnis derselben Firma ist der Steinstrahlofen. Dieser mit Gas gefeuerte Ofen kann zum Härten, Glühen, Schweifsen, Löten, Schmieden, Wärmen und Schmelzen gebraucht werden. Er kann Temperaturen bis 1500° C und mehr entwickeln. Die Hauptteile des Ofens sind der Mischer, der Verteiler und der Strahler. Das im Mischer und Verteiler gut vorbereitete Gas-Luft-Gemisch wird dem aus feuerfestem Material bestehenden Strahler zugeführt und entwickelt sich dort in den feinen Kanälen, die in zylindrische Erweiterungen, sogenannte Verbrennungspfeifen übergehen, zur Flamme. Die hierbei zum Erglühen kommenden Verbrennungspfeifen übertragen die Wärme durch Strahlung auf das davor liegende Material, ohne dafs dieses mit der Flamme in Berührung kommt. Infolge der starken Ausnutzung der Brenngase sind nicht nur die Betriebskosten gegenüber den bisher verwendeten Öfen geringer, sondern es wird auch die Anheizdauer wesentlich abgekürzt.

Ein unentbehrliches Hilfsmittel für die Herstellung und Instandsetzung von Bauteilen aller Art bilden die elektrischen Schweifseinrichtungen, von denen eine gröfsere Anzahl ausgestellt war, und zwar sowohl für Widerstands- wie für Lichtbogenschweifsung, und unter ersteren solche für Punkt-, Naht- und Stumpfschweifsung. Neben dem reinen Stumpfschweifsverfahren wendet die A. E. G. Berlin bei ihren Maschinen das diesem Verfahren technisch und wirtschaftlich überlegene sogenannte Abschmelzverfahren an. Hierbei wird durch leichte Berührung und Wiedertrennung der Schweifsflächen ein Lichtbogen erzeugt, unter dessen Wirkung sie in kürzester Zeit auf eine gleichmäfsige Schweifshitze gebracht werden. Sobald die erforderliche Schmelztemperatur erreicht ist, werden die zu schweifsenden Stücke unter gleichzeitiger Stromausschaltung gegeneinander geprefst. Eine solche Maschine wurde im Betrieb gezeigt. In den Eisenbahnwerkstätten findet diese Art der Schweifsung u. a. beim Schweifsen von Rauch- und Heizrohren Anwendung. Aufserdem führte die Firma H. Sonnenberg, A. G., Berlin zwei Stumpfschweifsmaschinen »Desfa« vor, von denen die eine für Querschnitte bis zu 4600 qmm, die andere für Querschnitte von 500 qmm im Dauerbetriebe bestimmt war und eine »Desfa«-Punktschweifsmaschine zum Schweifsen von Eisenblechen bis 12 mm Blechstärke der beiden Bleche zusammen mit selbsttätiger Abschaltung des Stromes bei beendeter Schweifsung. Die Firma R. Mack, Elektroschweifsmaschinenfabrik, Berlin war mit einer Punktschweifsmaschine, einer vereinigten Punkt- und Stumpfschweifsmaschine und einem Nieterhitzer vertreten. Die Maschinen sind mit dem »Ermag«-Schweifskontroller für

Abb. 8. Pufferrichtpresse von A. Borsig, Berlin-Tegel.

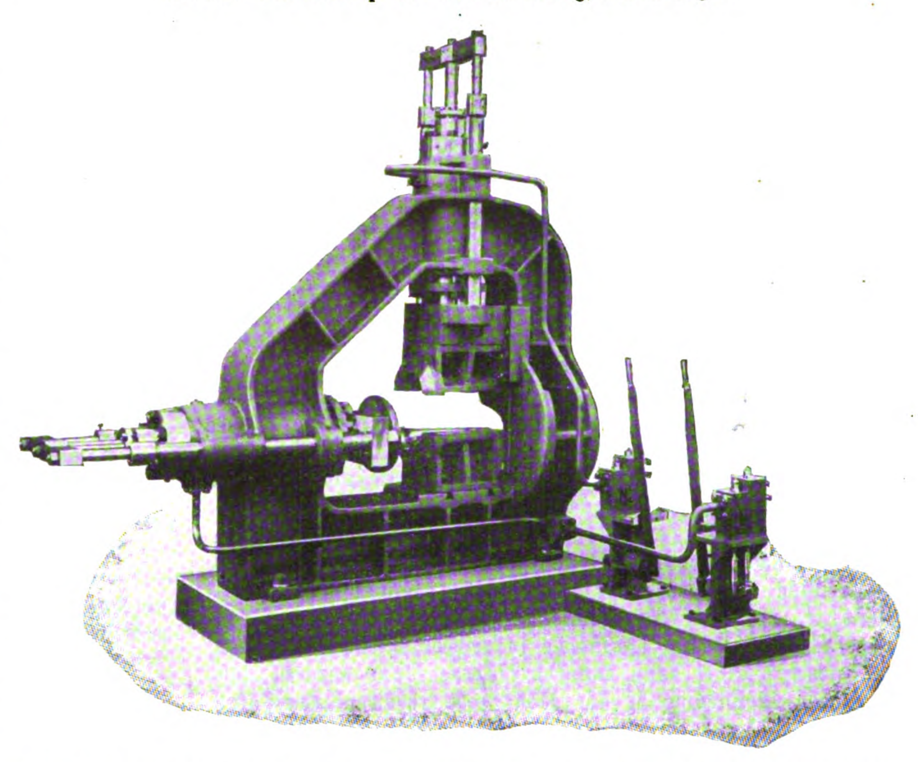
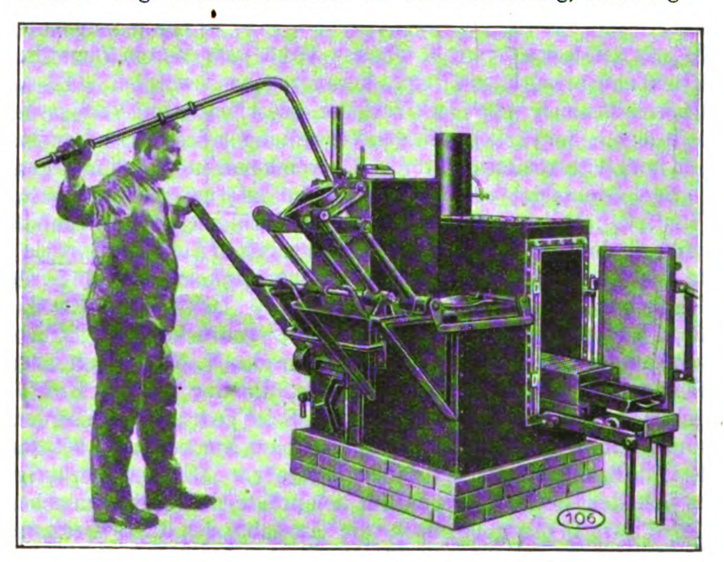


Abb. 9. Lagermetallschmelzofen der A. G. A. Hering, Nürnberg.

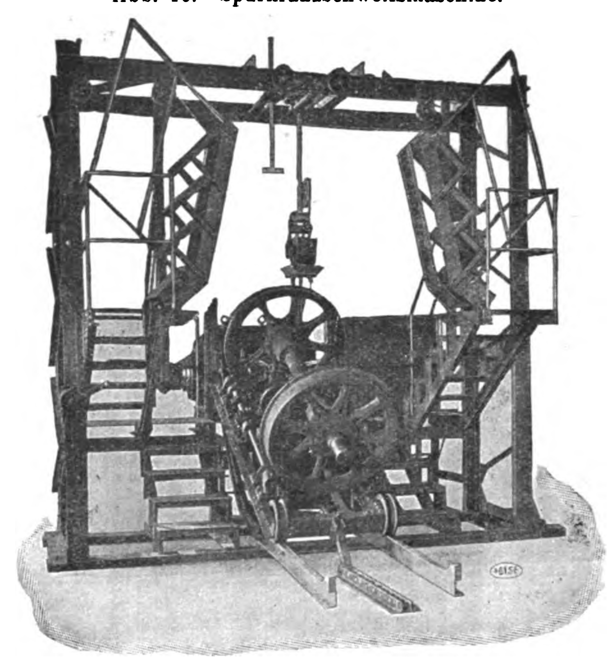


rechtzeitige Unterbrechung des Schweifsstromes ausgestattet. Von der Firma Friedr. Krupp, A. G., Essen sahen wir eine Punktschweifsmaschine zum Schweifsen von Metallen bis 1 mm Stärke. Auch hier wird die Zeitdauer der Schweifsung selbsttätig durch einen patentierten Zeitschalter geregelt.

Ebenso unentbehrlich wie die Widerstandsschweifsung ist für alle Werkstättenbetriebe die Lichtbogenschweifsung. Sie hat auch in den Eisenbahnwerkstätten ein reiches Arbeitsfeld gefunden. Mit Hilfe von fahrbaren Schweifsanlagen können an beliebiger Stelle, wofern Stromanschlufs vorhanden ist, Schweifsungen ausgeführt und daher auch Ausbesserungen an Fahrzeugteilen vorgenommen werden, ohne dafs ein Abbau vom Fahrzeug notwendig wird. Für die Schweifsung kommen z. B. gesprungene Zylinder und gerissene Rahmen in Frage, ferner solche Teile, die durch Auftragen von Schweifsgut wiederhergestellt werden können, wie angefressene Feuerkisten, abgenutzte Herz- und Kreuzstücke. An den ausgestellten Lichtbogenschweifsanlagen, die teilweise im Betrieb vorgeführt wurden, waren beteiligt die A. E. G., Berlin und die Firma Kjellberg-Elektroden, Berlin mit je einem ortsfesten Schweifsmaschinensatz, bestehend aus einem Drehstrommotor mit Gleichstromdynamo für eine Dauerleistung von 200 Amp., Siemens-Schuckertwerke Berlin mit einer gleichen fahrbaren Einrichtung, dieselbe Firma und Kjellberg-Elektroden mit fahrbaren Wechselstromtransformatoren für 200 Amp. Dauerleistung.

Mit einer gänzlich neuen Anwendung der elektrischen Lichtbogenschweifsung wurden wir durch die Stahlindustrie- und Eisenhandelsgesellschaft Nürnberg bekannt gemacht. Sie zeigte uns ihre elektrische Spurkranzschweifsmaschine in Tätigkeit (Abb. 10). Bekanntlich müssen die abgenutzten Lokomotiv- und Wagenräder von Zeit zu Zeit durch Abdrehen auf Radsatzbänken wieder auf das richtige Profil gebracht werden. Die hierdurch entstehenden Stoffverluste sind bei starker Abnutzung des Radreifens in der Spurkranzhohlkehle sehr erheblich, weil in diesem Falle auch die Lauffläche in grofser Stärke abzudrehen ist. Dieser Verlust kann dadurch eingeschränkt werden, dafs der durch Abnutzung in der Hohlkehle verloren gegangene Werkstoff durch elektrische Schweifsung aufgefüllt wird. Die Maschine besteht aus einem Schweifsmaschinensatz und aus einer Arbeitsbühne, in welcher der Radsatz mit seinen Rädern

Abb. 10. Spurkranzschweifsmaschine.



auf Rollen derart gelagert ist, dafs er durch die von einem Elektromotor angetriebenen Rollen in Umdrehung versetzt wird. Der Radsatz ist schräg gelagert, weil dies für das Aufbringen des in flüssigem Zustand aufgetragenen Metalles vorteilhaft ist. Die Maschine arbeitet vollständig selbsttätig, auch der Schweifsdraht wird maschinell zugeführt*).

*) Ein ausführlicher Aufsatz über das Schweifsverfahren und seine Wirtschaftlichkeit findet sich im Organ 1924, Heft 11.

## Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

### Das Übereinkommen für die gegenseitige Benutzung der Güterwagen

(Vereinswagenübereinkommen V. W. Ü.)

ist mit Gültigkeit vom 1. Januar 1925 vom Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen neu herausgegeben worden. Dieses Übereinkommen gilt im Verkehr zwischen den Vereinsverwaltungen; im Verkehr mit den Verwaltungen des Internationalen Güterwagenverbandes gilt das Übereinkommen für die gegenseitige Benutzung von Güterwagen im internationalen Verkehr (R. I. V., Réglement International des Véhicules), das ebenfalls zum 1. Januar 1925 neu erschienen ist (Ausgabe Perugia). In der Ausgabe des Vereinswagenübereinkommens sind die Bestimmungen, die sowohl für das V. W. Ü. als auch für das R. I. V. gelten, über die ganze Seite gedruckt. Soweit Abweichungen bestehen, sind die nur für das V. W. Ü. geltenden Bestimmungen auf der linken Hälfte, die nur für das R. I. V. geltenden auf der rechten Hälfte einer Seite gedruckt. Aufserdem sind Abweichungen in der Einteilung oder Numerierung bei den R. I. V.-Bestimmungen am Rande angegeben. Hierdurch erübrigt es sich, dem Betriebspersonal für den praktischen Gebrauch neben der V. W. Ü.-Ausgabe noch die Ausgabe des R. I. V. auszuhändigen; es ist ohne weiteres in der Lage, an Hand der V. W. Ü.-Ausgabe auch die Bestimmungen des internationalen Wagenverkehrs zu beachten.

Das V. W. Ü. und das R. I. V. stimmen im allgemeinen überein. Als wesentlichste Unterschiede sind u. a. anzuführen, dafs wegen des Achsstandes, des Querschnittes, sowie wegen Überschreitung des auf einer Strecke zugelassenen gröfsten Achsdruckes und Lademafses die Übernahme von Wagen im gegenseitigen Verkehr der Vereinsverwaltungen nicht verweigert werden darf, dafs dagegen beladene Wagen, deren Ladung nach einer aufserhalb des Vereinsgebietes liegenden Station bestimmt ist, zurückgewiesen werden können, wenn sie wegen zu grofsen festen Achsstandes, der Querschnittsmasse, zu grofsen Achsdruckes, Überschreitung des Lademafses oder wegen Nichtbeachtung der Vorschriften über die Breiteneinschränkung langer Ladungen auf den zu durchfahrenden vereinsfremden Strecken nicht verkehren können.

Ein weiterer Unterschied ist der, dafs im Vereinsverkehr für das Fehlen loser Wagenbestandteile gehaftet wird, im internationalen Verkehr aber nicht.

Im Vereinsverkehr hat ferner die Bahn, auf deren Strecken ein Wagen heifsgelaufen ist, ausgeschmolzene Lager selbst auszugiefsen; müssen jedoch die Lagerschalen ausgewechselt werden, so ist bei der Heimat Ersatz mit Eingufs anzufordern, im internationalen Verkehr fehlt diese Bestimmung.

Wird ein schwer beschädigter Wagen abgebrochen, so ist die Vergütung im Vereinsverkehr vom Neuwert, im internationalen Verkehr vom Buchwert des Wagens zu berechnen.

Während im internationalen Verkehr empfohlen wird, am Wagenboden, oberhalb der bremsbaren Räder, Schutzbleche gegen Zündung durch Funkenflug anzubringen, insbesondere bei Böden mit offenen Fugen, ist dies im Vereinsverkehr nicht der Fall.

Für die Zeitschmierung ist im Vereinsverkehr an jedem Langträger ein Zeitnetz anzubringen, im internationalen Verkehr nicht.

Durch diese Übereinkommen werden die am 1. Jan. 1922 und am 1. Febr. 1924 eingeführten Übereinkommen aufgehoben. C.

# Die maschinentechnische Ausstattung der Bahnhöfe in den Ausstellungen der Eisenbahntechnischen Tagung.

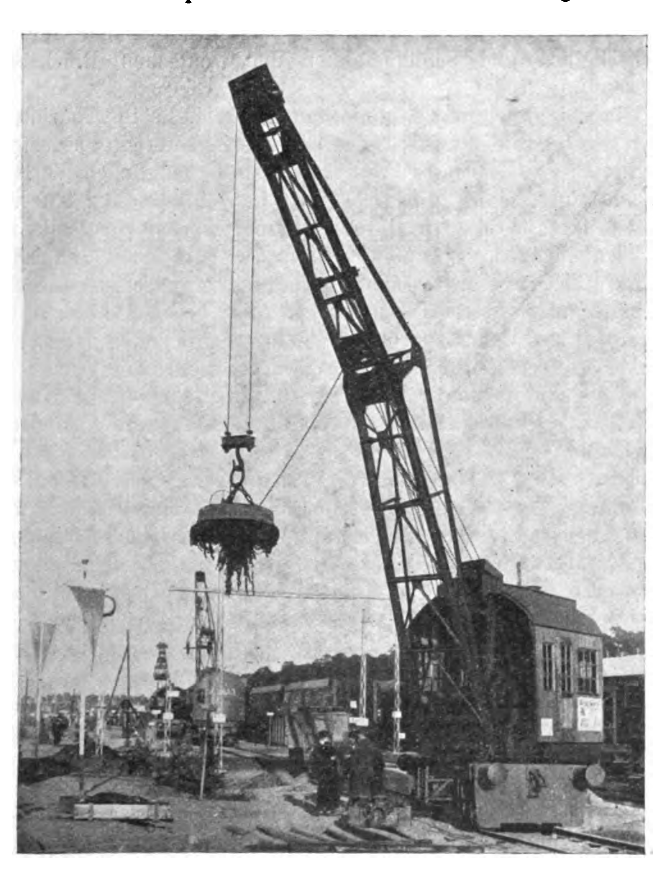
Von Oberregierungsbaurat a. D. Reutener.

Verhältnismäfsig am schwächsten beschickt war die Ausstellung mit Anlagen und Einrichtungen für die maschinentechnische Ausstattung der Bahnhöfe. Es ist dies darauf zurückzuführen, dafs die Ausstellung unter dem Gesichtspunkt veranstaltet wurde, vor allem die Fortschritte im Bau von Lokomotiven und Wagen zu zeigen, während die maschinellen Einrichtungen der Bahnhöfe und Lokomotivbehandlungsanlagen nicht in Betracht gezogen waren. Für diese Zweige des Eisenbahnwesens haben deshalb nur vereinzelte Werke die Ausstellung mit ihren Fabrikaten beschickt, so dafs ein umfassender Überblick, wie er im Fahrzeugbau geboten wurde, für diesen Teil der Industrie nicht zustande kam.

Am stärksten beteiligte sich die Deutsche Maschinenfabrik Aktiengesellschaft Duisburg (Demag), die im Kranbau einen ihrer bekannten fahrbaren Normaldrehkrane ausstellte, der mit einer zwischen 9 und 6 m veränderlichen Ausladung 2000 bis 6000 kg trägt, die Lasten mit 10 bis 20 m in der Minute hebt und mit 50 bis 120 m in der Minute fährt. Ein anderer fahrbarer Drehkran von gröfseren Abmessungen war so gebaut, dafs er bei einer Ausladung von 5,5 m 10 000 kg und bei einer Ausladung von 12 m 3500 kg hebt. Beide Krane arbeiten mit Dampf, laufen mit Regelspur, sind für Greiferbetrieb eingerichtet und können in einfacher Weise auch auf den Betrieb mit Lasthaken umgestellt werden.

Die Ardelt Werke Eberswalde zeigten einen ihrer normalen fahrbaren Dampfdrehkrane für Regelspur, der mit

Abb. 1. Dampfdrehkran der Ardeltwerke mit Magnet.



Greifer oder Lasthaken arbeiten kann, bei 6 m Ausladung 5000 kg und bei 8 m Ausladung 3000 kg mit einer Geschwindigkeit von 10 bis 20 m/Min. hebt, 60 bis 100 m/Min. fährt und sich in einer Minute 2 bis 3 mal um seine Achse dreht; der Kranausleger ist geknickt, damit der Kran so dicht als möglich an die Güterwagen heranfahren kann, die auf demselben Gleis stehen.

Mohr & Federhaff, Mannheim führten ein neuzeitliches Verfahren für das Verlegen von Schienen vor, bei dem ein fahrbarer Dampfgreiferkran mit geknicktem Ausleger verwendet wird. Der Kran kann mit Greifer von 1,25 cbm Inhalt oder mit Lasthaken arbeiten und bei 8 m Ausladung 3000 kg oder bei 9,6 m Ausladung 2000 kg heben. Die beschriebenen Krane der drei genannten Werke sind in vielseitiger Weise zu verwenden, weil der Dampfbetrieb im Gegensatz zum elektrischen Antrieb erlaubt, dafs sie auf jedem beliebigen Gleis und in allen Bahnhofsabschnitten arbeiten und auf jeden beliebigen anderen Bahnhof überführt werden können. Sie sind ebenso für das Verladen von Massengütern auf Güterbahnhöfen wie für Oberbaustofflager und Werkstättenhöfe und für die Bekohlung von Lokomotiven auf Lokomotivbahnhöfen sehr gut geeignet; unter Umständen kann ein Kran für mehrere dieser Zwecke bereit gestellt werden.

Einen elektrisch betriebenen, fahrbaren Drehkran mit Selbstgreifer von 1 cbm Inhalt für eine Lokomotivbekohlungsanlage stellte die Maschinenfabrik E. Becker, Berlin-Reinickendorf aus. Er besitzt eine Tragkraft von 2100 kg und eine Ausladung von 11 m. Auf dem Kranwagen ist ein Spill für 1000 kg Zugkraft eingebaut mit einem Zugseil von 200 m Länge. Der elektrische Strom kann entweder durch Stromabnehmer oder ein Kabel zugeführt werden, das mit 150 m Länge auf einer mitgeführten Kabeltrommel aufgewickelt ist. Um den Kran gegen Umstürzen zu sichern, sind seitlich an den äufseren Trägern Schraubenstützen angebracht, die während der Fahrt hochgeklappt werden. Damit der Kran während der Arbeit nicht in die Umgrenzungslinie des lichten Raumes eines benachbarten Gleises hineinragt, ist das Gegengewicht auf einem hochliegenden Ausleger angeordnet. Soll der Kran in Güterzügen laufen, so werden der vordere und der hintere Ausleger heruntergeklappt und Schutzwagen beigestellt. Die gegriffenen Kohlen können genau verwogen werden, weil der Kran mit einer Seilzugwage der Firma Essmann in Altona ausgerüstet ist. Für alle Bewegungen des Kranes ist nur ein einziger Steuerhebel vorgesehen. Der Kran ist von der Firma Becker mit grofser Sorgfalt durchgebildet, dem Auftraggeber ist es aber offenbar entgangen, dafs der Kran zu einer umfangreichen und kostspieligen maschinellen Einrichtung geworden ist, mit der im einzelnen Hub nur 800 kg Kohle ausgegeben werden. Die gleiche Firma zeigte aufserdem ein elektrisch betriebenes Spill mit wagrecht liegendem Schneckengetriebe, senkrecht stehender Seiltrommel und selbsttätig arbeitender Seilwickelvorrichtung, ferner verschiedene elektrisch angetriebene Flaschenzüge und Laufkatzen für 1, 2, 5 und 15 t Nutzlast.

Die Düsseldorfer Maschinenbau-Aktiengesellschaft, vorm J. Losenhausen in Düsseldorf-Grafenberg, stellte einen Wagenkran der Bauart Zutt für 10 000 kg Tragkraft aus, der in Eisenbahnzüge eingestellt werden kann und einen Schutzwagen nicht benötigt, weil der Ausleger nach rückwärts umgeklappt wird. Ein Vergleich mit anderen Ausführungen war leider nicht möglich, obwohl eine Reihe von Firmen Krane der Bauart Zutt herstellen und Wagenkrane, deren Ausleger in wesentlich anderer Art zurückgeschlagen werden kann, noch von verschiedenen Werken geliefert werden.

Die Rheiner Maschinenfabrik Windhoff A.-G. Rheine in Westfalen führte zwei Rangierwinden mit motorischem Antrieb vor, bei denen das unbelastete Seil selbsttätig

ausgeworfen wird und eine Spulvorrichtung das Aufwickeln des Seiles regelt.

Im Lokomotivschuppen des Verschiebebahnhofs Seddin war eine Lokomotiv-Schiebebühne von 23 m Länge und 350 t Tragkraft von der Firma Windhoff eingebaut, die ebenfalls Ausstellungsgegenstand war; die schwach versenkte Bühne hat bewegliche Auffahrträger, das Windwerk dient zum Verfahren der Bühne oder auch zum Aufziehen von Lokomotiven mit einer Zugkraft von 7000 kg. Die Josef Vögele A.-G. hat für den Verschiebebahnhof Seddin eine Drehscheibe von 23 m Durchmesser für den Lastenzug N mit dem bekannten Gelenk über dem Königstuhl geliefert.

Sehr reichhaltig war die Ausstellung der von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, der Maschinenfabrik Efslingen, den Siemens-Schuckert-Werken, der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, Adolf Bleichert & Co., Leipzig-Gohlis und Amme, Giesecke & Konegen A.-G. Braunschweig in den verschiedenartigsten Formen und Gröfsen vorgeführten Elektrokarren und Elektroschlepper mit Akkumulatorenbetrieb, die im Werkstättenbetrieb, für den Gepäckverkehr, auf Güterböden und in Umladeschuppen grofse Dienste leisten werden, soweit sie nicht schon eingeführt sind.

Auf dem Gebiet des Förderwesens sind auch die Einrichtungen für den Maschineningenieur von Interesse, die in neuerer Zeit für Verschiebebahnhöfe geschaffen werden, um die Geschwindigkeit der ablaufenden Fahrzeuge zu regeln. Am grofsen Ablaufberg des Verschiebebahnhofes Seddin war die Gleisbremse der Form Fröhlich-August Thyssen-Hütte eingebaut, und zwar eine 4 m lange Gipfelbremse und eine 18 m lange Talbremse, die von einem am Fufse des Ablaufberges stehenden Bremsturm aus mit Druckwasser betrieben werden. Die Bremswirkung wird selbsttätig durch das Wagengewicht beeinflufst. Bau und Wirkungsweise dieser Bremseinrichtung sind im Verlauf der Eisenbahntechnischen Tagung in einem Vortrag behandelt und auch in der Literatur bereits ausführlich beschrieben. Die Jordan-Bremsengesellschaft, Neukölln hat eine Gleisbremse ausgebildet, die am Fufs des kleinen Ablaufberges des Verschiebebahnhofs Seddin im Betrieb verwendet wird und als Bremskraft Druckluft benutzt. Eine andere Einrichtung arbeitet mit entgegengesetzter Wirkungsweise, indem sie die ungleiche Geschwindigkeit der ablaufenden Fahrzeuge dadurch auszugleichen versucht, dafs die Schlechtläufer beschleunigt werden. Die Firma Josef Vögele A.-G., Mannheim führte eine solche Beschleunigungsanlage der Bauart Pösentrup-Heinrich auf dem Gipfel des kleinen Ablaufberges auf Verschiebebahnhof Seddin vor.

Die Anwendung der Druckluft zur Reinigung der Personenwagen ist von der Firma A. Borsig, Berlin-Tegel so durchgebildet, dafs ein ortsfester elektrisch angetriebener, zweistufiger Einzylinderverdichter etwa 2,5 cbm Luft in der Minute ansaugt, auf 6 bis 8 at verdichtet und in einen Sammelbehälter prefst; von diesem aus wird die Druckluft in unterirdisch verlegten Rohrleitungen verteilt, die zwischen den Gleisen der Abstellbahnhöfe verlegt und mit zahlreichen Zapfhähnen ausgestattet sind. Eine kleine, fahrbare elektrisch angetriebene Entstaubungsanlage, die in ähnlicher Weise mit Drahtleitungen und Steckanschlüssen arbeitet, zeigten die Siemens-Schuckertwerke, Berlin.

Für das Auswaschen der Lokomotiven hat das Eisenbahn-Zentralamt Berlin Richtlinien und Entwürfe aufgestellt. Die für solche Auswaschanlagen notwendige Pumpe war leider nur in zwei Ausführungen zu sehen, obwohl das Eisenbahn-Zentralamt über ihre Ausbildung mit einer Reihe bedeutender Werke verhandelt hatte. Die Firma Klein, Schanzlin und Becker A.-G., Frankenthal stellte eine dreistufige Hochdruckzentrifugalpumpe für elektrischen Antrieb aus, die in der Stunde 15 cbm mit einem Druck von 8 at fördert. Die Pumpe wird nicht nur in fahrbarer Anordnung, wie in der Ausstellung gezeigt, hergestellt, sondern auch für ortsfesten Betrieb nach den Richtlinien geliefert. Ferner hatte die Gesellschaft für Maschinentechnische Ausführungen Berlin eine elektrisch betriebene Auswaschpumpe für eine Leistung von 18 cbm in der Stunde und 6,4 at Druck vorgeführt und an einem Modell gezeigt, wie die Pumpe nach den Richtlinien des Eisenbahn-Zentralamts im Lokomotivschuppen einzubauen ist.

Von den Werken, die Wasserreinigungsanlagen herstellen, war nur Hans Reisert & Co., Köln Braunsfeld mit einem Modell vertreten, das die Einrichtung einer Wasserreinigungsanlage für Lokomotivbahnhöfe gut veranschaulichte.

Eine Neuheit auf dem Gebiete der Wiegeeinrichtungen brachte die Dinse-Maschinenbau A.-G., Berlin-Reinickendorf mit der Diwa-Wage, bei der die Gewichte an gleichbleibenden Hebelarmen wirken und durch Handhebel auf- und abgesetzt werden. Diese Handhebel ragen wie bei einer Registrierkasse aus dem Schutzkasten heraus und können sehr leicht bedient werden, so dafs das Wiegen schneller als mit Laufgewichten zu erledigen sein soll. Die Diwa-Wage ist eichfähig, von der Reichsanstalt für Mafs und Gewichte zugelassen und auch für Gleisbrückenwagen geeignet, von denen in nächster Zeit eine Anzahl für die Deutsche Reichsbahn in der Diwa-Form geliefert werden.

Es mag in diesem Zusammenhang noch auf die Erzeugnisse der Schweinfurter Präzisionskugellagerwerke Fichtel & Sachs A.-G. und der G. und J. Jäger A.-G. in Elberfeld hingewiesen werden, die ihre Kugel- und Rollenlager in den mannigfaltigsten Bauformen und Gröfsen für Personen- und Güterwagen ausstellten. Rollenlager ähnlicher Bauform werden in nächster Zeit als Einheitslager für die Drehscheiben und Schiebebühnen der Deutschen Reichsbahn Verwendung finden.

Im Lichthof der Technischen Hochschule in Charlottenburg war eine Reihe von Modellen und Schautafeln ausgestellt. So hatte die Demag im Modell alle möglichen Verladeeinrichtungen eines Industriehafens im Mafsstab 1 : 150 veranschaulicht: Winkelportalkrane, Vollportalkrane zur Bedienung von Kübelwagen, Verladebrücken die mit oben laufendem Drehkran, Greiferkatze oder Drehlaufkatze arbeiten und eine Verladebrücke, deren Kipperkatze die Eisenbahnwagen unmittelbar auf den Lagerplatz, in das Schiff oder landseitige Bunker entleert; eine Umstellbrücke hebt einzelne Wagen aus einem Zuge heraus und versetzt sie auf ein anderes Gleis. Weitere Modelle in gröfserem Mafsstab zeigten die genauere Ausführung der Krane.

Auf einer Tafel war die Entwicklung der Lokomotivbekohlung dargestellt (vergl. Abb. 2), vom Säulendrehkran über einen fahrbaren, elektrisch oder mit Dampf betriebenen Drehkran zum Portalkran, der mit Selbstentladern zusammen arbeitet, zum Portalkran mit fahrbaren Bunkern (Anlage Osnabrück) und zur Verladebrücke mit angehängtem Bunker. Auch die Bamag-Meguin A.-G. zeigte die von ihr ausgeführten verschiedenen Bekohlungsarten von Lokomotiven auf einer Tafel vor. Orenstein & Koppel zeigten im Modell ihren normalen Dampfumstellkran, der für Werkstättenhöfe, Stofflager und Lokomotivbekohlung geeignet ist. Einzelne Formen von Wagenkippern waren im Modell gezeigt, und zwar von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg eine feststehende Anlage, von der Gesellschaft für Aumund-Patente ein fahrbarer Eisenbahnwagenkipper und ein feststehender in Verbindung mit einer Drehscheibe.

Von den verschiedenartigen Formen der Schiebebühnen war nur je ein Modell einer versenkten Schiebebühne von Bamag-Meguin und Josef Vögele ausgestellt; die

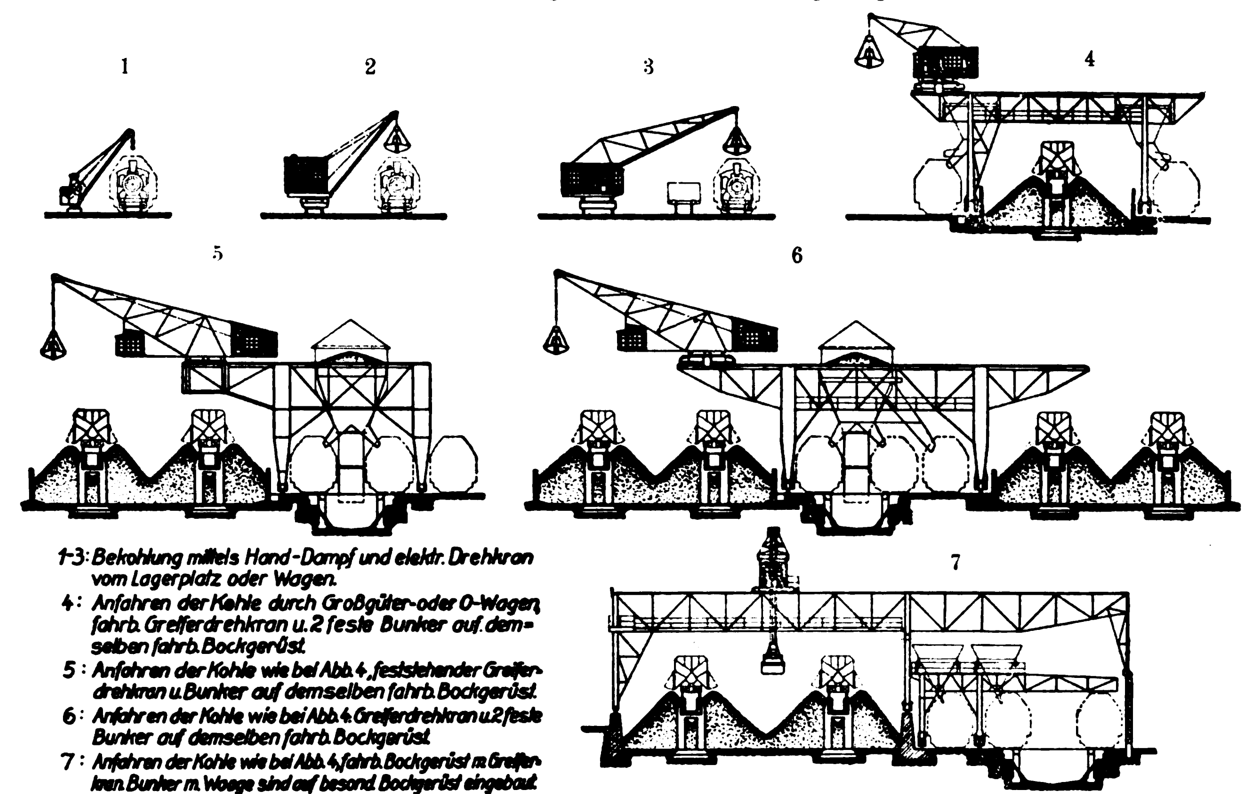
Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg führte ein Modell einer Portalschiebebühne vor, mit ihrer sehr flachen Grube besonders für solche Werkstättenbahnhöfe geeignet, auf denen Verkehrsstrafsen die Schiebebühnengleise kreuzen. Josef Vögele brachte im Modell einen schwenkbaren Schiebebühnensteg, der in der Ruhelage mit den Grubenrändern in gleicher Höhe liegt und den Verkehr über die Schiebebühnengrube gestattet, durch die herankommende Schiebebühne in eine Versenkung heruntergedrückt wird und nach Vorüberfahrt der Schiebebühne selbsttätig in die alte Höhenlage zurückkehrt. Eine Übersicht über die zahlreichen Formen der unterteilten Drehscheibe war leider nicht zu gewinnen, weil nur zwei Modelle von Josef Vögele und ein Modell von Bamag-Meguin ausgestellt waren.

Endlich war in einer bildlichen Darstellung noch die Entladung von Lokomotivschlacke und -lösche mit dem Waggonentlader Heinzelmann & Sparemberg zu sehen. Eine Tafel der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure brachte einen Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Laufkranen verschiedener Bauformen für Hand- und maschinellen Antrieb.

Die Ottenser Waagenfabrik Albert Efsmann & Co. zeigte in bildlicher Darstellung ihre Seilzugwaage, die auf dem Ausstellungsgelände Seddin im fahrbaren Drehkran von Becker eingebaut war, in der Anwendung für Lokomotivbekohlungs- und Umschlagplätze. Die eichfähige Waage ist von der Reichsanstalt für Mafs und Gewicht zugelassen, gestattet das genaue Verwiegen des Greiferinhalts und ist bereits in vielen Häfen und vereinzelt auch auf Lokomotivbahnhöfen der Deutschen Reichsbahn eingeführt.

Der Auslegerkopf der Krane wird so ausgebildet, dafs die obere Seilrolle auf einem Hebelwerk ruht, das seine Bewegungen in mehrmaliger Übersetzung nach dem Führerstand auf eine Balkenwaage überträgt. Die Waage ist mit Entlastungswinde ausgerüstet, so dafs sie aufser Betrieb ist, während der Greifer arbeitet; ein Seilausgleich bewirkt, dafs die Waage in jeder Stellung des Greifers das gleiche Gewicht angibt.

Abb. 2 Entwicklung der Lokomotivbekohlungsanlagen.




# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

## Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

### Vorrichtung zur Überprüfung der Schienenüberhöhung in Gleisbögen.

(Bulletin de l'association intern. d. congrès d. ch. d. fer, Dezember 1924.)

Bei der brasilianischen St. Paulbahn ist eine einfache Vorrichtung zur Aufzeichnung der Schienenüberhöhung in Gleisbögen in Gebrauch. Sie ist auf einem vierachsigen Wagen leichter Bauart untergebracht, dessen Gesamtgewicht bei 1,6 m Spurweite 100 kg beträgt. Die Handhabung ist durch einen Mann leicht möglich. Die Aufzeichnungstrommel wird von der Wagenachse aus durch eine Schraube angetrieben. Eine Pendelanordnung gibt auf dem Papierstreifen der Trommel selbsttätig die im Gleisbogen vorhandene Überhöhung wieder.

Die Vorrichtung dient dazu, die Höhenlage der Schienen in den wichtigsten Gleisbögen zu prüfen und insbesondere die Verhältnisse in Zwischengeraden zwischen zwei scharfen Bögen anzugeben. Die Schaulinien, völlig der Wirklichkeit entsprechend und unter geringem Kostenaufwand wiedergegeben, gestatten den Bahnunterhaltungs-

Federndes Band zum Festhalten des Papierstreifens

Schreibstift

1,6 Spurweite

organen, sich innerhalb weniger Minuten von dem Zustand des Gleises zu überzeugen.

Die Übertragungseinrichtungen der Trommel geben eine Verkleinerung 1:1000 für die Längenbewegung des Wagens. Eine volle Drehung der Trommel, die 20 cm Durchmesser hat, entspricht also etwa 600 m Weglänge. Man kann die Drehung der Trommel während des Durchlaufens einer geraden Strecke aussetzen, indem man an der Achse eine Schraube löst. Die Schienenüberhöhung wird durch einen vom Pendel aus gestellten Stift in natürlicher Gröfse wiedergegeben. Der Papierstreifen ist auf der Trommel durch Stahlrundbänder festgehalten, die in wenigen Sekunden abgenommen werden können. Anfang und Ende der Bögen sind am Gleis durch kleine Pfosten aus alten Laschen oder Schienenabschnitten seitlich bezeichnet. Sie werden auf dem Bildstreifen wiedergegeben, indem man durch einen einfachen Handgriff am Pendel einen Strich entsprechend diesen Punkten zieht. An diesen kleinen Pfosten ist die Überhöhung durch einen Einschnitt angemerkt. Den Bahnunterhaltungsorganen und der Aufsicht wird dadurch ihre Aufgabe erleichtert, da sie nur mit einer gewöhnlichen Wasserwage die Höhe zu übertragen brauchen und keine Tabellen anwenden müssen. Dr. S.

# Lokomotiven und Wagen.

## Lokomotiven mit Anfahr-Hilfsmaschinen von Street.

(Railway Age 1924, 2. Halbj., Nr. 14.)

Die neue Anfahr-Hilfsmaschine „Starter", von der bis jetzt neun Stück geliefert worden sind, ist nach der Quelle das Ergebnis mehrjähriger Versuche. Beim Entwurf wurde besonderer Wert auf möglichst grofse Einfachheit gelegt. Die Maschine besteht in der Hauptsache aus zwei einfach wirkenden Dampfzylindern, die nebeneinander liegen, den dazugehörigen Kolben und Treibstangen, sowie zwei auf der Schleppachse sitzenden Zahnrädern, die mittels Sperrklinken angetrieben werden. Die ganze Maschine sitzt in einem Gehäuse mit abnehmbaren Deckel; die hintere Seite mit den Zylindern ist mittels Zapfen am Rahmen der Schleppachse drehbar aufgehängt.

Die Abb. 1 u. 2 zeigen die Maschine im senkrechten und wagrechten Schnitt. Die beiden Kolben laufen entgegengesetzt: der jeweils arbeitende zieht dabei den andern mittels eines Hebels zurück. Die Umsteuerung besorgt ein kleiner Kolbenschieber, der auf dem gemeinsamen Zylinderdeckel sitzt und seinerseits durch Dampf aus dem jeweils arbeitenden Zylinder eingestellt wird, sobald dessen Kolben an seinem Hubende eine Öffnung freigibt. Der Kolben treibt mit der unmittelbar angreifenden Treibstange zwei auf der Radachse drehbar gelagerte schwingende Arme an, zwischen denen das Klinkwerk liegt. Die Klinke wird durch eine Feder aufser Eingriff gehalten; tritt die Maschine in Wirkung, so besorgt ein kleiner Dampfkolben den Eingriff. Das Zahnrad ist gegen die Achse abgefedert, um die Stöfse beim Ein- und Ausschalten der Hilfsmaschine zu mildern.

Abb 1. Anfahrhilfsmaschine für Lokomotiven von Street. Senkrechter Schnitt.

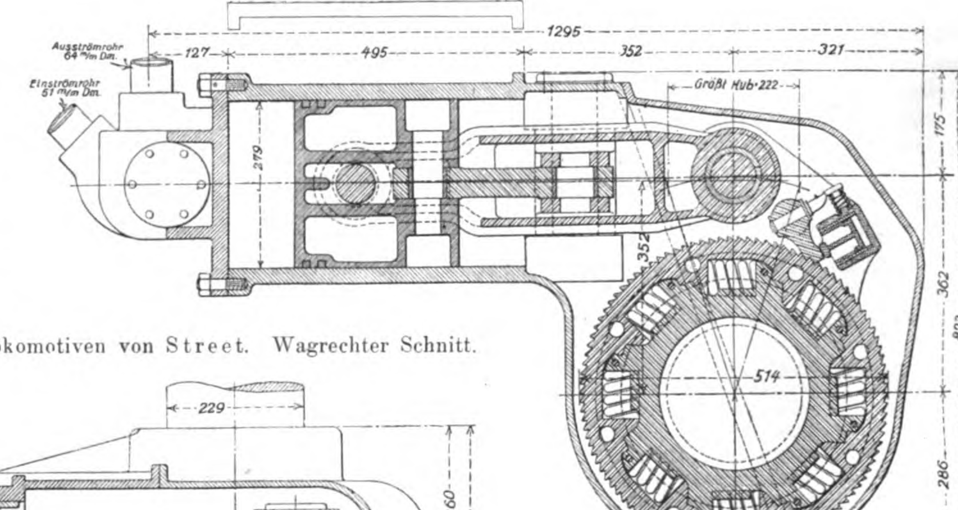
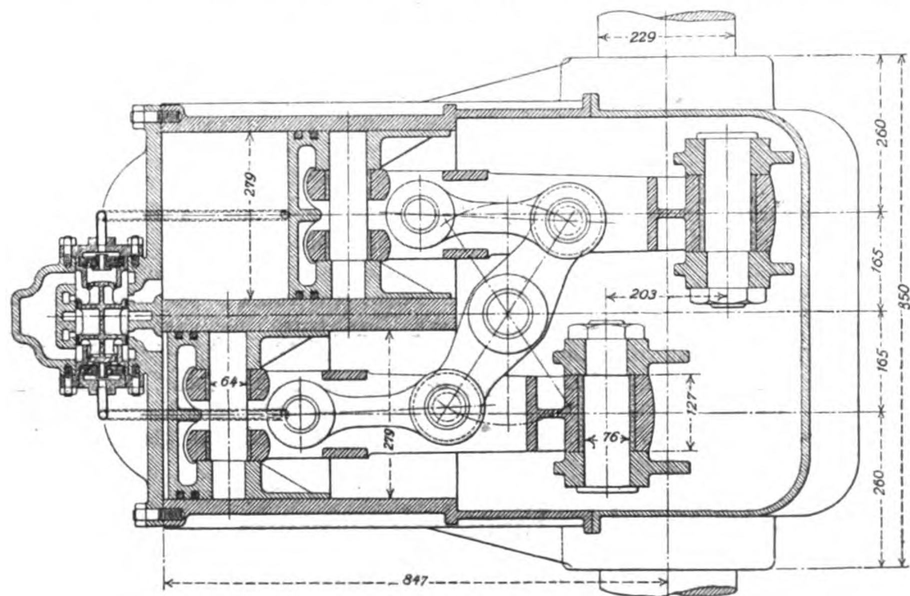



Abb. 2. Anfahrhilfsmaschine für Lokomotiven von Street. Wagrechter Schnitt.




Zum Einschalten dient ein Fufshebel, der mittels Druckluft einen in die Dampfzuleitung eingebauten Regler bewegt. Solange der Führer auf diesen Hebel tritt, bleibt der Regler geöffnet. Übrigens arbeitet die Maschine nur bis zu einer gröfsten Zahl von etwa 150 Hüben/Min, bei den üblichen Schleppraddurchmessern einer Geschwindigkeit von etwa 6 km/Std. entsprechend. Bei gröfserer Geschwindigkeit kommt die Klinke nicht mehr zum Eingriff, sondern gleitet nur noch über das Zahnrad. Erforderlichenfalls kann man auch ein selbsttätiges Ausschalten durch Druckluft vorsehen.

Über die Bewährung der Vorrichtung ist noch nichts bekannt geworden. R. D.

# Berichtigung.

In meinem Artikel im Organ, Heft 2 ds. Jahrgangs: „Gleisumbau auf gewalzter statt gestampfter oder unterkrampter neuer Schotterbettung" heifst es im ersten Satz:

„In den letzten Jahren wurden im bayrischen Netz der Deutschen Reichsbahn nach dem Vorgange anderer Länder Versuche gemacht, bei Gleisumbauten der Hauptbahn die Bettung zu stampfen."

Aus dem Artikel des Herrn Ministerialrats Hundsdorfer im Organ, Heft 1, 1925, der erst nach Drucklegung meines Artikels mir bekannt wurde, geht aber hervor, dafs die erste Anwendung des Stampfverfahrens von diesem angeregt und durchgeführt wurde.

Es ist meine Pflicht diesen Widerspruch aufzuklären.

Meinerseits lag eine Verwechslung vor mit dem sogenannten „Kästchenverfahren", das von dem Geheimen Oberbaurat Schmitt in Oldenburg zuerst angewendet wurde und m. W. später auch in Sachsen 1917 erprobt werden sollte, infolge der Kriegsverhältnisse aber dort nicht zur Ausführung gelangte.

Der Grundgedanke war folgender: Bei eisernen Trogschwellen ist es sehr schwer, den Trog richtig mit Schotter auszufüllen. Daher legte Schmitt auf das bis Schwellenunterkante mit der Schaufel eingebrachte (nicht gestampfte) Schotterbett Holzkästchen, die die Form der Schwellentröge hatten, stampfte sie mit Schotter aus, nahm sie vorsichtig ab und stülpte die eisernen Trogschwellen darüber. Damit sparte er für längere Zeit viel Stopfarbeit.

Dieses Verfahren erwähnt auch Ministerialrat Hundsdorfer in seinem Artikel.

Das Stampfen der ganzen Bettung in gröfserem Umfang ist daher zuerst in Bayern durchgeführt worden und gebührt hierfür das Verdienst ausschliefslich Herrn Ministerialrat Hundsdorfer, was ich hiermit ausdrücklich feststellen möchte.

Reichsbahnoberrat Wöhrl, Nürnberg.

# Zuschriften an die Schriftleitung.

### An die Schriftleitung des »Organs«!

Ich bitte mir einige aufklärende Bemerkungen zu der Erwiderung des Herrn Regierungsbaurat Kühnel im „Organ", Jahrgang 24, Heft 12, auf meine in dieser Zeitschrift, Jahrgang 23, Heft 10 veröffentlichten Studie: „Über Achsbrüche und die Erforschung ihrer Ursachen", zu gestatten.

Die Grundlage meiner Untersuchungsart bildet die Feststellung, ob der Stahl an der Bruchfläche seiner chemischen Zusammensetzung nach gleichmäßig (homogen) ist oder nicht. Kühnel befürchtet, dafs die Funkenprobe, der dieser Teil der Untersuchung zukommt, hierzu nicht geeignet sei. Diese Befürchtung ist aber unbegründet, wie aus dem schriftlichen Bericht des technischen Direktors des gröfsten Eisenwerkes Ungarns an den Kongrefs V. des Internationalen Verbandes für die Materialprüfung der Technik in Kopenhagen ersichtlich.*)

Die Schwierigkeit, feinere Unterschiede im Kohlenstoffgehalt zu erkennen, dürfte zum Teil einer nicht normalisierten Schleifscheibe oder einer zu geringen Geschwindigkeit, zum Teil aber dem Umstand zugeschrieben werden, dafs meine ergänzenden Ergebnisse der weiteren Ausbildung der Funkenprobe noch wenig bekannt sind.

Die Biegung der Wagenachsen unter Vollbelastung von 15 t-Lastwagen, wurde durch Feinmessung jeden Zweifel ausschliessend festgestellt, ist aber natürlich so gering, dafs von Heifslaufen aus diesem Grunde nicht die Rede sein kann.

Und nun zur Funkentheorie (1909) die mir wieder zum Vorwurf gemacht wird, und zwar insoweit mit Recht, als sich diese auf die genaue Erklärung des Verlaufes der Oxydation des Funkens bezieht, doch ist dieser Teil nicht wichtig. Wichtig ist, dafs ich die Funkengliederung als Verbrennungsprozefs erkannte, der zum Schmelzen des Funkens führt. Die Rekalescenzwärme sollte blofs den Umstand erklären, warum der winzig kleine Eisenspan nicht sofort erlischt. Dies ist jetzt überflüfsig, da ich durch Versuche festgestellt habe, dafs die Oxydation des Funkens in der durch die Schleifscheibe weggeschleuderten und dadurch komprimierten Luft sehr energisch von statten geht.

Die Gliederung des Funkenstrahles als Ergebnis eines Verbrennungsprozesses ist nun neuerzeit durch Versuche der Versuchsanstalt in Kopenhagen (siehe Jahresbericht der Polytechnik 1922 Seite 67) und Pitois (Paris) glänzend bewiesen.

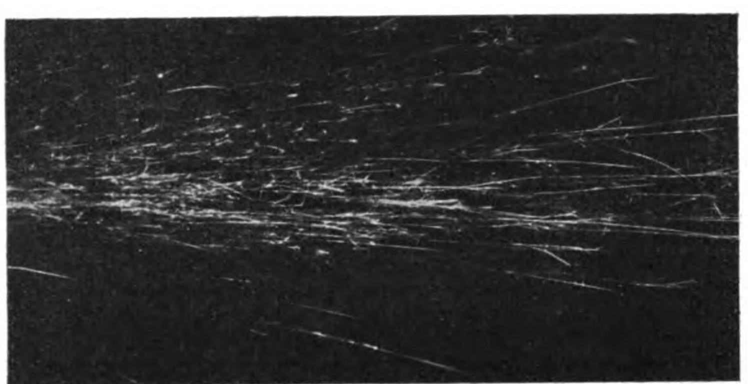
E. G. Bildsoe und Th. Madsen leiteten die Funkengarben in einen Raum mit einer Sauerstoffatmosphäre. Die Funkenbilder wurden dadurch grellweifs und konnten durch Lichtbildaufnahmen leichter festgehalten werden.

Pitois hat diesen Versuch auch in einer Kohlendioxyd ($CO_2$)-Atmosphäre wiederholt und gefunden, dafs auch leicht oxydierende Eisengattungen nur dunkle Funkenstrahlen ergeben (ohne Gliederung).

*) Darin heifst es: „Zu dieser Frage (Aufstellung von Internationalen Lieferbedingungen für Eisen und Stahl) ist ein schriftlicher Bericht des am Erscheinen plötzlich verhinderten Herrn Oberingenieur Bartel (Budapest) eingelangt, in welchem er die Methode Bermanns, mit deren Theorie zu befassen er sich nicht kompetent fühle, für die Werkstättenpraxis bestens empfiehlt. Mit Hilfe analysierter Normalstäbe lasse sich der Kohlenstoffgehalt auf 0,01 % Genauigkeit bestimmen. Insbesondere für die Feststellung von Ungleichmäfsigkeiten in der Zusammensetzung eines Materiales ist die Methode sehr geeignet und sogar der Brinellschen Probe überlegen." Siehe Mitteilungen des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik. 1910, Nr. 15, Seite 70.

Pitois hat durch Wiederholung meiner, auch in meinem Kongrefsberichte genau beschriebenen Experimente betreffs der Tatsachen, welche zum Wesen der Funkengliederung führten, dieselben Ergebnisse gefunden wie ich, ja sogar denselben Irrtum begangen, den ich mir selber zum Vorwurf machen mufste, nämlich dafs infolge der plötzlichen Verbrennung des Kohlenstoffgehaltes die Spannung der Gase die Oxydkruste der kugelförmigen Funken einfach sprenge, wobei dann der ganze flüssige Inhalt ausgestofsen werde. Tatsächlich wird die Kruste nur an ihrem schwächsten Punkte oder den schwächsten Punkten geöffnet und dort solange Flüssigkeit in den Richtungen der primären Verzweigungslinien ausgestofsen, bis der Überdruck aufhört. Ist noch genügend Kohlenstoff vorhanden, kann sich dieser Vorgang auch mehrmals wiederholen. Dies wird durch die Erfahrung und durch alle gelungenen Lichtbildaufnahmen bestätigt*). (Siehe Abb.)

Funkenprobe von Martinstahl: C = 0,85 %, Si = 0,078 %, Mn = 0,484 %.



Die Ungleichmäfsigkeit des Stahles kann natürlich auch ohne Funkenprobe festgestellt werden, aber nicht unter Beschränkung auf die Bruchfläche selbst, weil die Tiefe bis zu welcher sich die Ungleichmäfsigkeit erstreckt, unbekannt ist. — Ob und inwiefern sich die neue Art der Untersuchung bewähren wird, werden die Ergebnisse zeigen. Meine Anregung hatte nur den Zweck, die Aufdeckung der Ursachen der Achsbrüche zu befördern, die bisher nur in seltenen Fällen gelungen ist. Meine Untersuchungen der laufenden Fälle lassen auf Erfolg schliefsen.

M. Bermann.

Herr Oberregierungsbaurat Dr. Ing. Kühnel sendet uns dazu folgende Erwiderung, mit der wir den Meinungsaustausch schliefsen zu können glauben:

„Meinen Ausführungen in Heft 12 des „Organs" habe ich nichts hinzuzufügen. Der Leser kennt die beiderseitigen Ansichten und hat selbst Gelegenheit nachzuprüfen, welche Ansicht zutrifft und in welchem Umfang die Funkenprobe sich für seinen Betrieb eignet. Bewährt sie sich mehr, als meinen damaligen Ausführungen entspricht, so werden wir davon sicherlich im Schrifttum weiteres hören. Ich fürchte aber, es wird nicht der Fall sein. Auf jeden Fall aber dürfte diese Aussprache der Funkenprobe weitere Verbreitung verschafft haben und das war ja letzten Endes der Hauptzweck unserer beiderseitigen Ausführungen."

Dr. Kühnel.

*) Eine ausführliche Studie dieses Gegenstandes habe ich im Ung. Ingenieur- und Architekten-Verein vorgetragen, (s. Zeitschrift des Vereins ung. Ingenieure und Architekten, 1912, Nr. 19, Seite 341) wobei auch sämtliche Lichtbildaufnahmen durch Projektion vorgeführt wurden.

# Bücherbesprechungen.

**Lokomotiven, Wagen und Bergbahnen,** geschichtliche Enwicklung in der Maschinenfabrik Efslingen seit dem Jahre 1846. Von Dr. Ing. **Max Mayer**, Oberingenieur der Maschinenfabrik Efslingen. VDI-Verlag Berlin 1924.

Die Maschinenfabrik Efslingen konnte im Jahr 1921 ihr 75 jähriges Bestehen und die Fertigstellung der viertausendsten Lokomotive feiern. Die Zeitverhältnisse liefsen besondere Festlichkeiten nicht angezeigt erscheinen, dieses Doppeljubiläum gab jedoch Anlafs, die Entwicklung

des ältesten Sondergebietes der Maschinenfabrik, des Baues von Eisenbahnfahrzeugen, zu verfolgen. So entstand das von der Maschinenfabrik Efslingen herausgegebene Mayersche Buch, das in seinem 245 Seiten grofsen Format mit 237 Abbildungen und 5 Tafeln, sowie 16 umfangreichen Tabellen weit mehr bietet als eine Festschrift üblicher Art. In dem auf die Lokomotiven bezüglichen Teil ist nicht nur die Entwicklungsgeschichte der württembergischen Bauarten gegeben, sondern ein wesentliches Stück der Geschichte der Dampflokomotive überhaupt, insbesondere der deutschen. Darum bildet das auch auf Einzelheiten eingehende Buch eine wertvolle Ergänzung von Jahns „Dampflokomotiven in entwicklungsgeschichtlicher Darstellung ihres Gesamtaufbaues".

Die ersten Efslinger Lokomotiven sollten Nachbildungen der für die württembergischen Bahnen von Norris in Philadelphia bezogenen Musterlokomotiven Gattung 2 B sein, auf Anregung des Gründers der Maschinenfabrik Efslingen, Emil Kefsler, wurden aber wesentliche Änderungen vorgenommen. Kefsler, der schon fünf Jahre zuvor in Karlsruhe den Lokomotivbau aufgenommen hatte und noch ebensoviele Jahre die Fabriken in Karlsruhe und Efslingen leitete, hat mit seinem selbständigen Schaffen die Lokomotivkonstruktionen beider Werke während dieser zehn Jahre gleichermafsen beeinflufst. Darum sind in dem Eingangsabschnitt „Das erste Jahrzehnt im Lokomotivbau" neben den Efslinger auch die Karlsruher Lieferungen des Zeitraumes 1841 bis 52 besprochen, über die eine Übersicht im Anhang eingehende Angaben der Hauptabmessungen und Bauart enthält. Als Gegenstück zu einem Angebot Kefslers auf die allerersten Lokomotiven für Württemberg werden die zur Ausführung gekommenen amerikanischen Musterlokomotiven 1 B mit Baldwins verschränkbarem Vordergestell und 2 B mit Norris-Drehgestell eingehend erörtert, ebenso eine vorbildliche Konstruktion von Trick, die württembergische Alblokomotive als erste Dreikuppler-Bergmaschine Deutschlands. Den Schlufs dieses Abschnittes, der begrenzt ist durch die Einführung besonderer Güterzugslokomotiven, bilden elf Entwürfe für den Semmering-Wettbewerb die in photographischen Verkleinerungen der Urskizzen wiedergegeben sind. Leider sind die urschriftlichen Legenden zu diesen in geschichtlicher Hinsicht besonders beachtenswerten Skizzen zum Teil kaum mehr zu entziffern, ihre Wiedergabe im Text wäre erwünscht gewesen.

Im folgenden Abschnitt werden die reinen Güterzuglokomotiven Efslinger Lieferung besprochen, beginnend mit den Englerth-Lokomotiven. Von den zwölferlei Ausführungsformen ist die erste Lieferung von 1854 für die Semmeringbahn mit 3+2 Achsen dadurch bemerkenswert, dafs sie von Engerth als Fünfkuppler mit Stirnräderkupplung zwischen der dritten und vierten Achse vorgesehen war. Auch die späteren Bemühungen, zugkräftige Lokomotiven mit langem Gesamtradstand kurvenbeweglich zu gestalten, sind eingehend behandelt unter kritischer Betonung der tatsächlichen Eignung für den Lauf in Krümmungen. Als Ausführungsbeispiele können fünferlei Anordnungen von Klose für Regel- und Schmalspur aus den Jahren 1891 bis 1896 nachgewiesen werden, dann viele Ausführungen mit Schiebeachsen nach Gölsdorf bis zu der besonders zugkräftigen, auch zur Zeit noch im Bau befindlichen württembergischen 1 F Vierzylinderlokomotive. Die Einzelangaben über die Efslinger Lieferungen an C-, D- und Mallet-Lokomotiven sind in Übersichten zusammengefafst. Zu erwähnen ist noch die schon im Jahre 1883 gebaute erste Efslinger Verbundlokomotive System Mallet.

Die beiden folgenden Abschnitte sind den Personenzug- und den Schnellzug-Lokomotiven gewidmet. In der vielfachen Wiederkehr der Drehgestell-Lokomotiven spiegelt sich die besondere Vorliebe ab die in Württemberg schon von den amerikanischen Musterlokomotiven her dieser Bauart und zwar auch für den Personenzugdienst entgegen, gebracht wurde. Zu begrüfsen sind die vergleichenden Schaulinien über die Zugleistungen wichtigerer Bauarten, wie sie in den Abschnitten über Güter-, Personen- u. Schnellzug-Lokomotiven wiederholt gegeben sind, sowie die ausgiebige Darstellung aller einzelnen Typen durch Zeichnungen, die vielfach in der Urform wiedergegeben sind oder durch Schaubilder. Letztere sind leider z. T. sehr verkleinert, geben aber trotzdem wegen der stets beigefügten Hauptabmessungen und Gewichte ein gutes Bild. Für die Mehrzahl der ausgeführten Lokomotiven sind zudem in den besonderen Übersichten diese Angaben wiederholt und ergänzt durch solche über die Anordnung der Achsen und Rahmen, die Lage der Zylinder und Feuerbüchse, sowie etwaiger Wasser- und Kohlenbehälter und über Art und Wirkungsweise des Dampfes. Diese umfassenden Angaben waren ohne zu grofse Ausdehnung der Übersichten möglich, durch Anwendung der allerdings nicht immer ganz sinnfälligen v. Helmholtzschen Symbole. Eine derartige Übersicht enthält, weil zur Vollständigkeit auch die vereinzelten nicht in Efslingen gebauten Lokomotiven der ehemaligen Württembergischen Staatseisenbahnen aufgenommen sind, tatsächlich eine lückenlose Darstellung der württembergischen Lokomotiven von 1845 bis 1922.

Der umfangreiche Abschnitt über die Zahnradlokomotiven bietet eine reiche Fundquelle von Angaben über alle wichtigen Ausführungen auf diesem Gebiete nicht nur hinsichtlich der Lokomotiven, sondern z. T. auch der Strecken selbst. Hat die Maschinenfabrik Efslingen doch 45 Zahnradbahnen der verschiedenen Systeme gebaut und hat sich doch „die gesamte Entwicklungsgeschichte der Zahnradlokomotive in Deutschland von Anfang an ausschliefslich in der Maschinenfabrik Efslingen vollzogen". Bedauerlich ist, dafs die neueste Ausführung, die schwere sechsachsige Zahnradlokomotive für Württemberg nicht mehr aufgenommen werden konnte. Auch die Standseilbahnen für Personenbeförderung sind ein Efslinger Sondergebiet, das Buch zählt deren 24 auf.

Es folgt die geschichtliche Entwicklung des Eisenbahnwagenbaues in Efslingen. Sie war beherrscht von den Bestellungen für Württemberg und stellt dadurch für Personenwagen in erster Linie die Entwicklung des Durchgangswagens mit Mittelgang dar, von den ersten Lieferungen im Jahre 1846 nach dem Muster eines amerikanischen Drehgestellwagens bis zu den Zweiachsern mit über 8 m Achsstand, deren Ausführungsform als kurz gekuppelte Doppelwagen als letztes Beispiel angeführt ist. Nach den Güterwagen sind noch die von Langbein, Efslingen-Saronno eingeführten Rollböcke für Schmalspur behandelt.

Den Schlufs bildet ein Ausblick auf die neuen Ziele bei der Entwicklung der Wärmekraftlokomotive. Es werden Wärmeflufslinien der neuzeitlichen Dampf-, Hochdruckturbo- und Druckluftlokomotive mit Ölmaschine gegeben und Andeutungen darüber gemacht, wie die Maschinenfabrik Efslingen sich z. Z. an diesen neuesten Bestrebungen beteiligt

So bietet das vom Verlag gut ausgestattete und mit schönen Bildern von Emil Kefsler und Joseph Trick geschmückte Buch nicht nur den Freunden der Geschichte der Eisenbahnfahrzeuge viel Wissenswertes, sondern auch dem Konstrukteur mancherlei Anregung.

Dr. Ing. Kittel.

# Verschiedenes.

## Eröffnung des Verkehrsmuseums der Technischen Hochschule Karlsruhe.

Am 11. Oktober 1924 hat die Technische Hochschule Fridericiana zu Karlsruhe ihr Verkehrsmuseum eröffnet, das in wertvollen Urstücken, Nachbildungen und Zeichnungen über die Entwicklung des badischen Eisenbahn- und Signalwesens, des badischen Strafsenbaues und des Flugwesens Aufschlufs gibt und nicht nur für die Hochschule, auf deren Gelände das Museum in dem ehemaligen Zeughaus sich befindet, sondern auch für weitere Kreise ein kostbares, reiche Belehrung spendendes Schaustück ist und immer mehr sein wird.

Der Gedanke, der Mit- und Nachwelt in solcher Weise den Werdegang des badischen Eisenbahnwesens sowie der der ehemaligen Gr. Generaldirektion der badischen Staatseisenbahnen unterstellt gewesenen Rheinhäfen und der badischen Bodenseeschiffahrt vor Augen zu führen, war vor etwa 25 Jahren entstanden und insoweit der Verwirklichung näher geführt worden, als man nach und nach Modelle einer grofsen Anzahl von Fahrzeugen im Mafsstab 1 : 10 herstellte sowie Urstücke besonders bemerkenswerter Art sammelte in der Absicht, sie dereinst in einem Museum der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Da die Sammlung von besonderer Bedeutung für das Land Baden ist, wurde sie vor dem Übergang der Länderbahnen an das Reich der Technischen Hochschule zu Karlsruhe übereignet, als dort von dem Schöpfer und heutigen Leiter des Museums die Anregung zur Gründung eines auch das Strafsenbau- und Flugwesen umfassenden Verkehrsmuseums gegeben wurde.

Glanzstücke der eisenbahntechnischen Sammlung sind eine Cramptonlokomotive vom Jahre 1863, eine Schiffsmaschine mit schwingenden Zylindern vom Jahre 1860 aus dem 1840 erbauten Dampfboot Leopold, eine Woolfsche Schiffsmaschine vom Jahre 1863, eine Parson-Turbodynamo für die erste elektrische Beleuchtung des Bahnhofes der Station Oos-Baden, eine Sammlung nahezu aller in Baden verwendet gewesenen Oberbauarten sowie zahlreicher der Signal- und Nachrichtenübertragung dienenden Vorrichtungen mit besonders wertvollen Stücken aus der allerersten Zeit des Eisenbahnbetriebes.

Die zweite Gruppe Strafsenbauwesen gibt Aufschlufs über Bau- und Unterhaltungsweise badischer Strafsen. Zahlreiche Entwurfs- und Ausführungszeichnungen, darunter Urzeichnungen des bekannten Ingenieur-Oberst Tulla vervollkommnen die Übersicht.

Die dritte Abteilung Flugwesen bietet eine Lehrmittelsammlung über die Entwicklung des Luftfahrzeuges vom Freiballon bis zu L. Z. 126.

B.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

**Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen**

**Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

**80. Jahrgang** | **15. März 1925** | **Heft 5**

## Die erste Diesel-elektrische Vollbahn-Güterzuglokomotive,

erbaut 1924 unter der Leitung von Professor Georg Lomonossoff, Moskau.

Von **Georg Lotter**, München.

Die russische Regierung hat die Mittel zur Erbauung mehrerer Thermolokomotiven bewilligt, um sie im praktischen Betrieb zu erproben. Thermolokomotiven bedürfen bei vollendeter Ausführung nur Brenn- und Schmieröl, sind also bei dem Reichtum Rufslands an Öl und bei der Wasserarmut verschiedener Gegenden dieses Landes für die Entwicklung des russischen Eisenbahnwesens von doppelter Bedeutung.

Die erste dieser Thermolokomotiven ist als Diesel-elektrische Güterzuglokomotive grofser Leistungsfähigkeit unter der Leitung von Professor Lomonossoff im Laufe des Jahres 1924 in Deutschland fertiggestellt, auf einem ortsfesten Prüfstand untersucht und mit der ungefähr gleichstarken 5/5 gekuppelten Heifsdampf-Zwillings-Güterzuglokomotive der Russischen Staatsbahn vom Jahre 1921 mit 81,5 t Reibungsgewicht verglichen worden.

Die Erprobung dieser Diesel-elektrischen Lokomotive ist ein bedeutungsvolles eisenbahntechnisches Ereignis. Hierdurch veranlafst, hat der Schöpfer derselben ein Buch herausgegeben, betitelt »Die Diesel-elektrische Lokomotive«, aus dem Russischen übersetzt von Dr. Ing. E. Mrongovius (Berlin V. D. I. Verlag), ein höchst interessantes, sehr lesenswertes Werk. Es berichtet in einem einleitenden Abschnitt eingehend über die Entwicklung der Thermolokomotive in Westeuropa und in Rufsland, gibt alsdann eine Beschreibung der ersten, den Ansprüchen eines schweren Güterverkehrs genügenden Diesel-elektrischen Lokomotive der Russischen Staatsbahn und berichtet endlich über die Organisation und Durchführung der mit dieser Lokomotive angestellten Versuche, welche die Leistungsfähigkeit, Wirtschaftlichkeit und Zweckmäfsigkeit der Bauart der Lokomotive und ihrer Einzelteile feststellen sollten. Der letzte Abschnitt enthält Angaben über die ersten Arbeitsmonate, welche die Lokomotive auf dem Prüfstand verbrachte, über allgemeine Eindrücke dieser ersten ortsfesten Versuchsfahrten, über Mängel, die sich hierbei herausstellten und deren Behebung, über einen Umbau der Lokomotive, welcher durch Überschreitung der höchst zugelassenen Achsbelastung von 18,5 t veranlafst wurde, und endlich über die wirtschaftlichen Aussichten der Thermolokomotive für Rufsland. Die Lomonossoffsche Schreibweise ist sehr klar, kritisch, vollendet wissenschaftlich und dabei den praktischen Bedürfnissen des Eisenbahningenieurs in jeder Hinsicht angepafst. Das genannte Buch zählt zu den wichtigsten eisenbahntechnischen Veröffentlichungen des Jahres 1924 und bringt jedem, der sich mit der Diesellokomotive zu beschäftigen hat, die mafsgebenden Gesichtspunkte und Berechnungen in abgerundeter Darstellung.

Mit gefälligem Einverständnis Lomonossoffs geben wir unsern Lesern auszugsweise eine Beschreibung dieser ersten Diesel-elektrischen Lokomotive grofser Leistung.

Eine kurze Übersicht über die neuesten Versuchsergebnisse, welche mit dieser Lokomotive auf dem Prüfstand in der Maschinenfabrik Efslingen im November 1924 festgestellt wurden, schliefst sich an nachstehende Abhandlung an.

Für die Erbauung der Lokomotive waren folgende Richtlinien mafsgebend:

1. Als Treibmaschinen sind Dieselmotoren vorzusehen, da diese zur Zeit die wirtschaftlichsten Wärmemotoren sind.

2. Die Übertragung der Motorleistung auf die Treibräder soll elektrisch erfolgen, da das Triebfahrzeug hierdurch eine Hauptschlufscharakteristik erhält, bei welcher das Produkt aus Zugkraft und Geschwindigkeit bei allen betriebsmäfsig erforderlichen Geschwindigkeiten ungefähr den nämlichen Wert hat.

3. Das Betriebsprogramm soll sich mit dem der neuesten 5/5 gekuppelten Heifsdampf-Zwillings-Güterzuglokomotive der Russischen Staatsbahn, Bauform von 1921, mindestens decken. (Beschreibung und Probefahrt-Ergebnisse siehe Organ 1922, S. 329), jedoch sollte das Abfallen der Leistung der Dampflokomotive bei geringen Geschwindigkeiten nach Möglichkeit vermieden werden. Demnach wurde von der Diesellokomotive verlangt: 15 t Zugkraft am Treibradumfang bei 16 km/Std., also $\frac{15000 \cdot 16}{270} = 890$ PS am Treibradumfang, welche bei 25 v. H. Leistungsverlust von der Welle der Dieselmaschine bis zum Treibradumfang $\frac{890}{0,75} = 1200$ PS Nutzleistung der Dieselmaschine erfordern.

4. Die Lokomotive ist durchwegs aus erprobten Einzelteilen zu erbauen. Demgemäfs waren folgende Firmen an der Herstellung dieser Lokomotive beteiligt:

Die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G. lieferte die Dieselmotoranlage, die Brown-Boveri-Werke in Baden (Schweiz) erbauten die elektrische Ausrüstung, bestehend aus dem Generator mit den zugehörigen Erregermaschinen, den fünf Achsvorgelegemotoren und der Steuerung; die Maschinenfabrik Efslingen endlich lieferte das Fahrzeug und den Prüfstand zur Untersuchung*). Der Kühler zur Rückkühlung des Kühlwassers und des Öles des Dieselmotors mufste neu entwickelt werden. Die Bauleitung lag in den Händen von Professor Lomonossoff, die konstruktive Durcharbeitung wurde von der Lokomotivfabrik Hohenzollern-Düsseldorf unter Begutachtung von Professor Meinecke-Berlin geleistet.

Die ursprünglich beabsichtigte Gesamtanordnung der Lokomotive ist aus Abb. 1 ersichtlich.

Hierbei ist

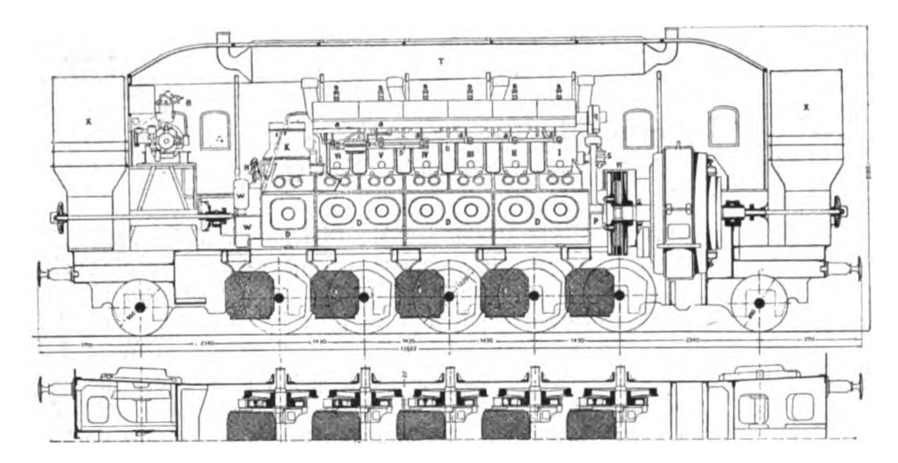
D die Dieselmaschine,  
N die nachgiebige Kupplung,  
G der Gleichstromgenerator,  
E die fünf Elektromotoren,  
X Wasser- und Ölkühler,  
T das gemeinsame Auspuffrohr,  
K Kompressor zur Erzeugung der Anlafs- und Einblaseluft,  
B die Erregermaschine.

Abb. 2 zeigt die Lokomotive vor dem eingangs erwähnten Umbau bei abgenommenem Dach des Maschinenraumes. Die Abbildungen lassen erkennen: Die Lokomotive ist siebenachsig, trägt einen schnellaufenden sechszylindrigen Dieselmotor von 1200 PS Wellenleistung und einen elastisch gekuppelten Gleichstromgenerator von 800 kW Stundenleistung, dessen Spannung von 600 bis 1000 Volt durch Fremderregung geändert wird. Von den sieben Achsen werden die fünf mittleren durch Achsvorgelegemotoren von je 142 kW über ein beiderseitiges Zahnradvorgelege angetrieben. Die Lokomotive ist auf Drehscheiben nicht angewiesen, sie verkehrt im Gegensatz zu den üblichen Dampflokomotiven mit Schlepptender in beiden Fahrtrichtungen

*) Organ 1924, Seite 166.

unter gleichen Bedingungen und ist demgemäfs an beiden Fahrzeugenden mit Führerständen versehen.

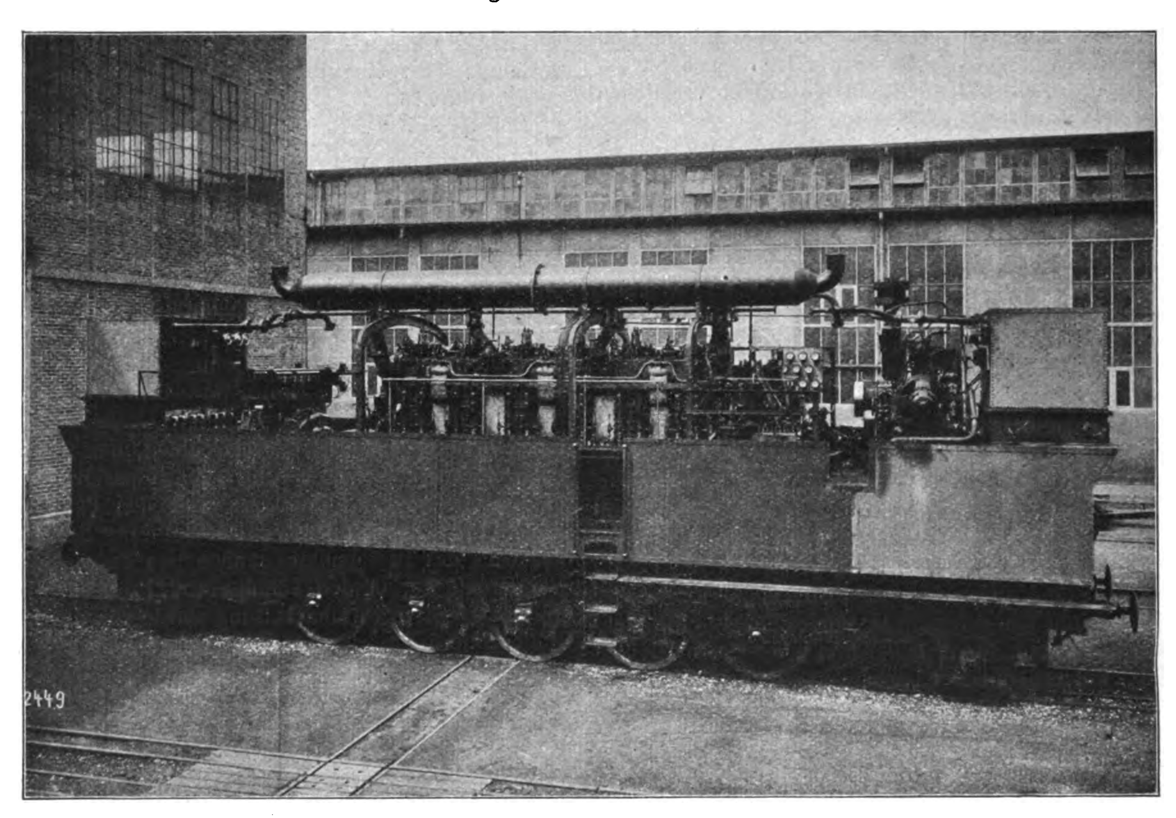
Abb. 1. Gesamtanordnung vor dem Umbau.



Die verlangte Höchstgeschwindigkeit dürfte 50 Werst/Std. = 53,35 km/Std. betragen. Da nennenswerte senkrechte Überhänge nicht vorhanden sind, da das Triebwerk nur umlaufende Teile mit zentrischen Schwerpunktslagen hat und die Führung durch den langen festen Radstand sehr gut ist, wird sich ein befriedigender Lauf ergeben. Die beträchtlichen ungefederten Achsdruckanteile der fünf Treibachsen müssen freilich in Kauf genommen werden, indes lag eine andere, in dieser Beziehung günstigere Lösung aus Gewichts- und wirtschaftlichen Gründen nicht im Bereich der Möglichkeit. Gegenüber dem erwähnten Umstand werden sich dagegen für die Schonung des Oberbaues sehr günstig die in beiden Fahrtrichtungen vorauslaufenden Laufachsen mit dem mäfsigen Achsdruck von 14,5 t erweisen.

Die Konstruktion des Rahmens wird durch die dreimalige Unterbringung der Leistung (Dieselmaschine, Generator und Motoren) in raum- und gewichtstechnischer Hinsicht sehr erschwert. Die

Abb. 2. Ansicht bei abgenommenem Dach vor dem Umbau.




Im einzelnen sei bemerkt:

## 1. Das Fahrzeug.

Die Lokomotive ruht auf sieben Achsen, von denen die beiden Endachsen als radial einstellbare Laufachsen, die fünf mittleren als voneinander unabhängige Treibachsen ausgebildet sind. Die Achsenanordnung ist somit 1 $A_5$ 1. Die Führung des Fahrzeugs in der Geraden und in Krümmungen erfolgt vorwiegend durch die beiden Endtreibachsen, welche in einem festen Radstand von $4 \times 1,43 = 5,72$ m angeordnet sind. Die Krümmungsschmiegsamkeit wird durch die Adamsachsen mit 90 mm beiderseitigem Ausschlag und durch freie Seitenverschiebbarkeit der drei mittleren Treibachsen erreicht. Die Treibräder haben 1220 mm Laufkreisdurchmesser, ein bei Achsvorgelegemotoren häufig ausgeführtes Mafs, die Laufräder 950 mm.

Gesamtanordnung des Dieselmaschinensatzes verlangt die Verlegung der Maschinenwelle in der Längsrichtung der Lokomotive, der Raumbedarf des unmittelbar gekuppelten Generators und der Achsvorgelegemotoren erfordern unbedingt Aufsenrahmen, wodurch das ganze Fahrzeug sein Gepräge erhält. Die Abb. 3 und 4 lassen die Bauart des Rahmens erkennen.

Für die Entwicklung des Motorvolumens der Achsmotoren war neben dem Aufsenrahmen die russische Spurweite von 5' = 1,524 m (um 89 mm breiter als die mitteleuropäische Regelspur) von Vorteil. Es konnte sogar die sonst verhältnismäfsig selten angewendete Anordnung beiderseitiger Zahnradvorgelege verwirklicht werden. Den bekannten Nachteilen des Aufsenrahmens (erhöhtes Gewicht, Schwierigkeit der Anbringung von Quer- und Über-Eckversteifungen, in diesem Falle die Notwendigkeit breit ausladender Tragkonstruktionen für das Dieselaggregat) steht gute Zugänglichkeit aller Achslager und der

gesamten Federung gegenüber. Um Raum für den Seitenausschlag der Adamsachsen zu gewinnen, sind die Rahmentragwände an beiden Fahrzeugenden ein wenig auseinandergezogen. Diese sind in einem Stück durchgehend, 22 m stark und etwa 12,5 m lang.

Die Tragfedern sitzen mit ihrem Bund unmittelbar auf den Achslagern; jene der beiden Endachsen und der diesen benachbarten Achsen sind durch Längsausgleichhebel verbunden. Die mittlere Achse wird durch zwei unabhängige Federn belastet. Der Rahmen ist demnach in sechs seitlichen Punkten elastisch gestützt.

Da Schwingungen, hervorgerufen durch einen allenfalls nicht ganz vollständigen Ausgleich der hin- und hergehenden Teile der sechszylindrigen Dieselmaschine befürchtet wurden, baute man verhältnismäfsig starre Tragfedern ein. Die Starrheitsziffer wurde mit 150 kg/1mm Einsenkung angenommen, ein Wert, der bei Dampf- und elektrischen Lokomotiven häufig ausgeführt wird. Aufserdem wurden, um einen gegenüber Erzitterungen dauerhaften Verband der Blech- und Winkelkonstruktionen zu erreichen, durchwegs gedrehte Nieten verwendet und kalt geschlagen. Dieses zwar etwas teuere Verfahren hat sich schon vielfach bewährt, so z. B. bei der deutschen Reichsbahn an Eckverbindungen von Tenderdrehgestellen, weiter bei bestimmten Rahmenverbindungen elektrischer Lokomotiven der nämlichen Verwaltung, wo bei acht Lokomotiven einer bestimmten Gattung in zehnjährigem Betrieb nicht ein einziges Niet locker wurde.

Die Dieselmaschine sitzt auf fünf Stahlgufsquerträgern, der Generator mit seinem Ständer und der Lagerung seines umlaufenden Teiles auf Blechkonstruktionen, vergl. Abb. 1 und 4.

**2. Die primäre Triebmaschine,**

ein Dieselmotor der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Werk Augsburg, leistet 1200 PS an der Welle bei 450 Umdrehungen in der Minute. Die Maschine arbeitet im Viertakt und hat sechs Zylinder von 450 mm Durchmesser und 420 mm Hub.

Die Gesamtanordnung des Motoraggregates ist aus Abb. 1 ersichtlich. Je zwei Zylinder sind auf einen gemeinsamen Stahlgufskurbelkasten D aufgesetzt, welcher die Lager der Dieselwelle enthält. Ein vierter Stahlgufstrog dient aufserdem als Unterstützung der vierstufigen Luftpumpe K, welche von der Maschinenwelle angetrieben wird und die Anlafs- und Einblaseluft auf 80 at. verdichtet.

Unmittelbar benachbart ist die Kühlwasserpumpe W angeordnet, ebenfalls von der Welle der Hauptmaschine angetrieben, mit zwei Pumpenkolben und einem Windkessel.

Am anderen Ende des Dieselmaschinensatzes befindet sich der Antrieb P der Steuerwelle, die von dieser angetriebene Ölpumpe S, welche das Öl aus dem Kurbelkasten saugt und durch ein Filter und den Kühler in die Schmierleitungen drückt. Am entgegengesetzten Ende befindet sich die Brennstoffpumpe H. Sie wird von der Welle des Dieselaggregates angetrieben und gestattet eine Veränderung der zugeführten Brennstoffmenge mit Hilfe eines Handrades, welches bei der Diesellokomotive die Brennstoffzufuhr in ähnlicher Weise zu regeln gestattet, wie das Steuerrad der Umsteuerung einer Dampflokomotive die Füllung ihrer Zylinder. Unmittelbar benachbart sind zwei Handhebel c angeordnet, welche für je drei Zylinder mit Hilfe der Welle b und der Hebel a das Anfahren in der Weise regeln, dafs bei gezogenem Anlafshebel Druckluft durch die Anlafsventile in die Zylinder tritt, während die Brennstoffventile B aufser Wirksamkeit gesetzt werden. Nach einigen Umdrehungen wird zunächst bei einer Zylindergruppe von der Anlafs- in die Fahrstellung übergegangen: der Druckluftmotor arbeitet dann als Verbrennungsmotor. Arbeitet diese Zylindergruppe ordnungsgemäfs, so können auch die übrigen drei Zylinder auf Zündung umgeschaltet werden. Ein Sicherheitsregler schneidet bei Überschreiten von 480 minutlichen Umdrehungen der Maschinenwelle die Brennstoffzufuhr durch Öffnen der Saugventile in den Brennstoffpumpen H ab. Die Abgase entweichen in einen gemeinsamen Auspuffbehälter T.

Abb. 3. Rahmen.

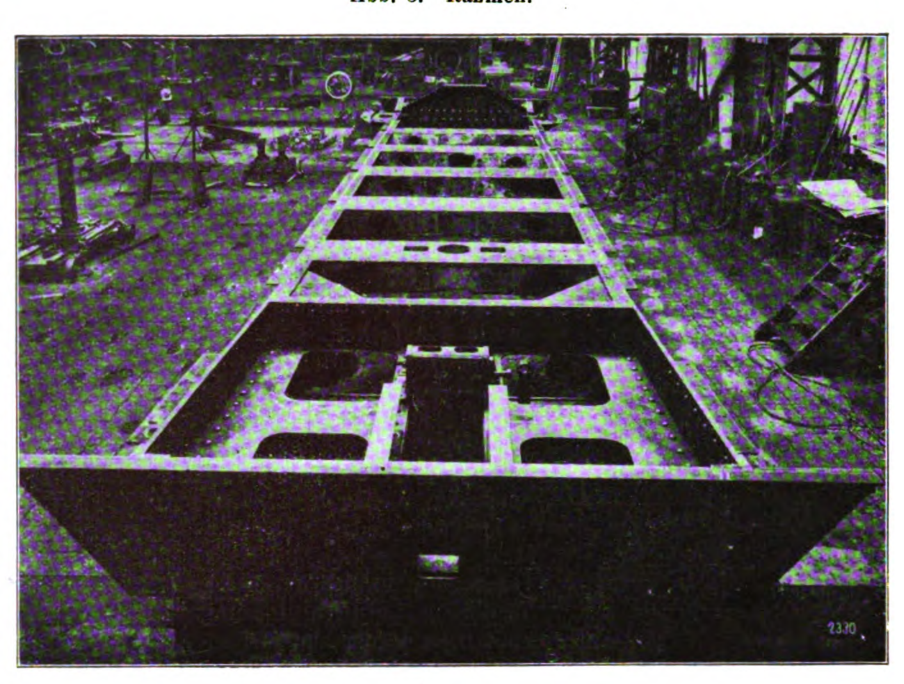


Abb. 4. Fahrzeug.

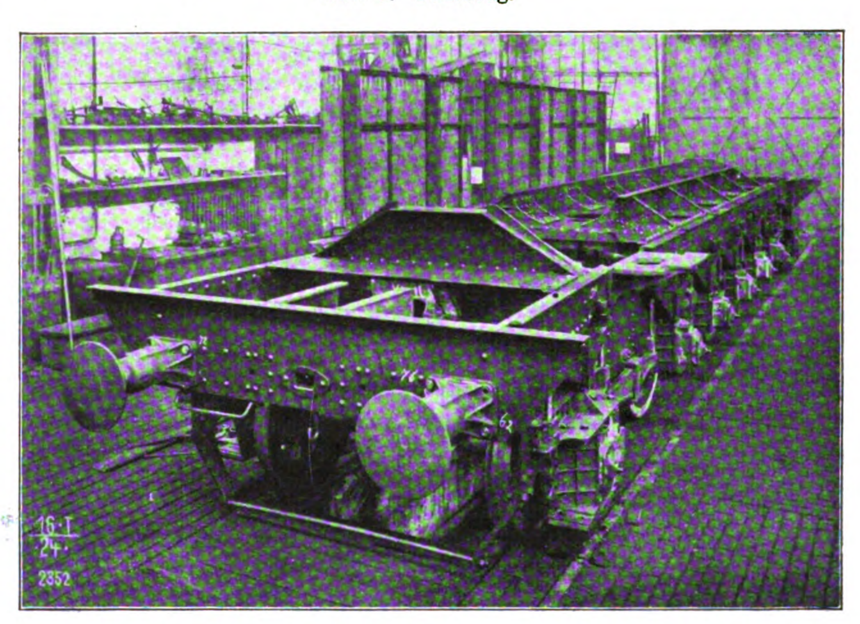
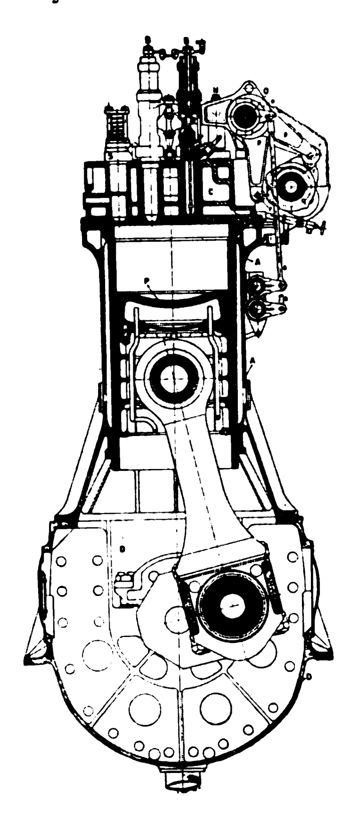


Abb. 5 gibt einen Schnitt durch einen Zylinder und sein Triebwerk. Jede Maschine besteht aus einem verhältnismäfsig

leicht ausgebildeten Stahlgufsgehäuse A, welches auf einem das Fundament bildenden Trog D aufgeschraubt ist. In A ist die gufseiserne Laufbüchse eingebaut, in dem entstehenden Zwischenraum zirkuliert das Kühlwasser. Der Kolben P, gleichzeitig als Kreuzkopf dienend, hat die bei Verbrennungsmaschinen übliche Form. Der gufseiserne Zylinderdeckel C enthält zwei Brennstoffventile B, ein Einlafs- und ein Auslafsventil sowie ein Anlafsventil N und ein Sicherheitsventil S. Das Auslafsventil ist wassergekühlt. Die Ventile werden mittels der Winkelhebel p, die mit Rollen r versehen sind, durch Nockenscheiben gesteuert, welche auf die Steuerwelle q aufgekeilt sind. Der geometrische Mittelpunkt der Winkelhebellagerung sitzt auf einem um 0 verdrehbaren Exzenter e, welches mittels der früher genannten Stangen a und der Wellen b unter dem Einflufs der Anlafshebel c steht.

Abb. 5. Schnitt durch einen Dieselzylinder und sein Triebwerk.



Die Regelung des Dieselaggregates erfolgt durch Veränderung der Brennstoffzufuhr mit Hilfe des erwähnten Handrades, welches

1. die Dauer der Brennstoffzufuhr durch Beeinflussung des Saugventiles der Brennstoffpumpe ändert;
2. den Hub der Nadel in den Brennstoffventilen beeinflufst.

Zur Kühlung der Kolben, Zylinder, Zylinderdeckel, Auspuffventile und Auspuffkrümmer benötigt die Lokomotive Kühlwasser, welches in einem Kühler rückgekühlt werden mufs. Aufserdem mufs das Öl zur Schmierung der Dieselmaschine, welche als Umlaufschmierung ausgebildet ist, rückgekühlt werden. Gemäfs den im Werk Augsburg der MAN ausgeführten Versuchen müssen bei voller Leistung 820000 WE/Std. abgeführt werden. Hierzu war die Lokomotive ursprünglich mit Kühlern X an beiden Fahrzeugenden versehen, vergl. Abb. 1, welche als Oberflächenkühler mit Luftzuführung durch von der Dieselwelle angetriebene Ventilatoren ausgebildet waren. Gelegentlich des zur Verminderung des Gesamtgewichtes der Lokomotive durchgeführten Umbaues wurde einer dieser Kühler entfernt. Die näheren Untersuchungen ergaben, dafs bei besonders hohen Lufttemperaturen ein Kühltender beigegeben werden mufs, welcher bei Betrieb in Zentralrufsland während dreier Monate, bei Betrieb in Turkestan während sieben Monaten des Jahres erforderlich ist. Dieser Kühltender ist vierachsig, seine Ventilatoren werden durch einen besonderen Verbrennungsmotor angetrieben. Mit diesem Tender ausgerüstet, vermag die Lokomotive ohne erhitztes Kühlwasser abzulassen, ohne neues Kühlwasser zu fassen, dauernd zu verkehren. Sie ist alsdann nur noch von der Zuführung des Brennstoffes abhängig, stellt also für wasserarme Gegenden ein ideales Triebfahrzeug dar.

### 3. Der elektrische Teil der Diesellokomotive.

Er bezweckt

1. Die Übertragung der Leistung von der in der Längsachse der Lokomotive angeordneten Dieselwelle auf die quer hierzu liegenden Treibachsen.
2. Die Regelung von Zugkraft und Geschwindigkeit in weiten, den Bedürfnissen des Eisenbahnbetriebes angepafsten Grenzen.

Der elektrische Teil umfafst den Gleichstromgenerator mit zwei Erregermaschinen, die fünf Achsvorgelegemotoren und die Steuerung.

Der Gleichstromgenerator von 800 kW Stundenleistung wird unter Vermittlung einer federnden Kupplung ohne Zwischenschaltung einer Übersetzung von der Dieselwelle angetrieben. Er ist zwölfpolig, mit Wendepolen zur Unterdrückung des Bürstenfeuers versehen und wird nach Ward-Leonard fremd erregt. Stator und Rotor samt der Kupplung sind in den Abb. 6 und 7 dargestellt.

Abb. 6. Stator des Stromerzeugers.

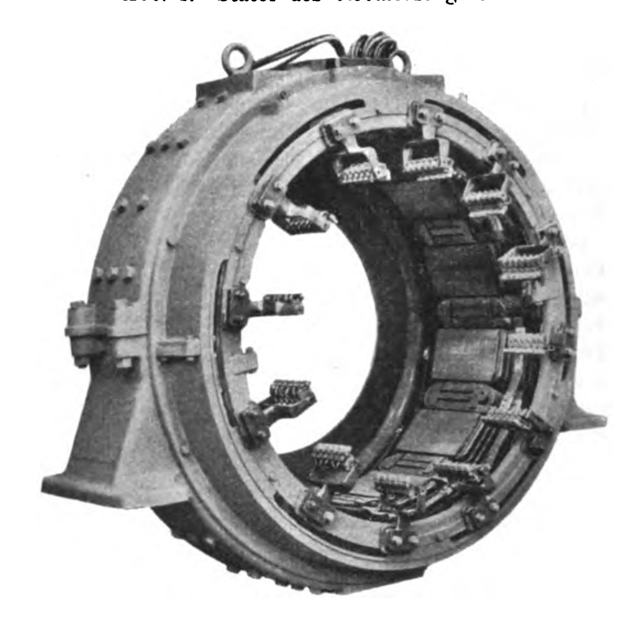
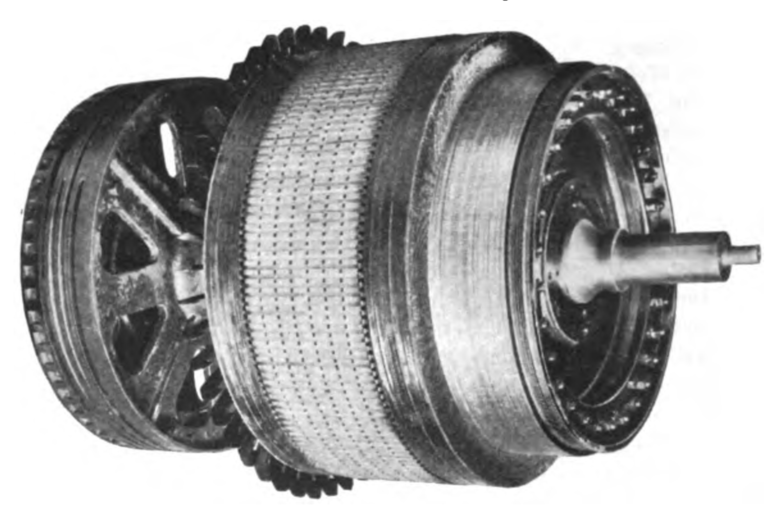


Abb. 7. Rotor des Stromerzeugers.



Die fünf Fahrmotoren, als Achsvorgelegemotoren mit Spraguescher Nasenaufhängung in der bei Strafsenbahnwagen üblichen Bauart ausgebildet, sind vierpolige Hauptstrommotoren von je 192 PS $1^2/_3$ Stundenleistung, an den Ankerwellen gemessen. Sie liegen dauernd parallel im Stromkreis des Generators. Ihr Drehmoment wird durch eine beiderseits angebrachte Zahnradübersetzung im Verhältnis $14 : 86 = 1 : 6{,}14$ auf die Treibachsen übersetzt. Zur Erreichung gleicher Zahndrücke auf beiden Triebwerkseiten sind die Zähne schräg gestellt, vergl. Abb. 8.

Auf künstliche Kühlung ist aus Gründen der Einfachheit verzichtet, dagegen ist Eigenventilation in der bei Strafsenbahnmotoren üblichen Weise vorgesehen. Das Gewicht eines Motors einschliefslich Zahnradübersetzung und Zahnradschutzkästen ist etwas über 4 t.

Auf dem Prüfstand wurde festgestellt:

a) Die fünf Motoren geben 1 Stunde 40 Minuten lang 15 t Zugkraft am Treibradumfang bei 16 km/Std. ab, ohne die höchstzulässige Übertemperatur zu erreichen. Die Stromstärke ist hierbei 235 Amp. für jeden Motor bei 600 Volt; die $1\,^2/_3$ Stundenleistung an der Ankerwelle somit 141 kW = 192 PS.

b) Bei Dauerleistung wird 8,4 t Zugkraft bei 31 km/Std. abgegeben. Die Stromstärke ist hierbei 160 Amp. je Motor bei 1000 Volt. Die Dauerleistung an jeder Ankerwelle demnach 160 kW = 218 PS.

Die erstgenannte Zeit genügt unter allen Umständen zum Hinauffahren der zunächst in Betracht kommenden längsten Steigung auf den russischen Bahnen. Diese ist die 21,37 km lange Steigung von 6,3 kg t mittlerem Widerstand auf der Teilstrecke Malaja Wischera—Okulowka der Petersburg-Moskauer Eisenbahn, wo diese die Wasserscheide zwischen der Ostsee und dem Kaspischen Meer überwindet, die sog. Werebjinsche Steigung Diese Strecke wird zur Untersuchung der Leistungsfähigkeit der Lokomotiven der genannten Bahnverwaltung häufig verwendet.

Die Steuerung umfafst die Einrichtungen zur Umkehr der Fahrtrichtung und zur Regelung der Zugkraft. Die erstere wird bei der Diesel-elektrischen Lokomotive sehr einfach durch Änderung der Stromrichtung in den Ankern der Fahrmotoren erreicht. Die fünf Wendeschalter werden durch einen elektrisch gesteuerten Druckluftkolben gemeinsam betätigt. Die Einrichtungen zur Regelung der Zugkraft in den durch die praktischen Bedürfnisse des Betriebes erforderlichen sehr weiten Grenzen sind nach Ward-Leonard getroffen. Die Hauptstrommotoren geben grofse Zugkraft bei geringer Geschwindigkeit und umgekehrt ab, also beim Anfahren grofses Drehmoment und zwar bei grofsen Stromstärken und niedriger Spannung. Sie erhalten demnach zum Anfahren niedrig gespannten Strom vom Generator aufgedrückt und zwar ohne irgend welche weitere, elektrische Leistung verzehrende Regelungsvorrichtung zwischen Generator und Motor. Das Feld der Dynamo wird durch eine besondere Erregerdynamo erregt, welche Strom von veränderlicher Spannung liefert. Um den zur Regelung der Erregermaschine erforderlichen Vorschaltwiderstand besonders leicht halten zu können, ist vor die vorgenannte Erregermaschine noch eine zweite auf der nämlichen Welle sitzende Erregerdynamo geschaltet, deren Erregung durch einen nunmehr aufserordentlich leicht gebauten Kontroller mit 26 Stufen

Abb. 8. Treibradsätze mit Motoren.

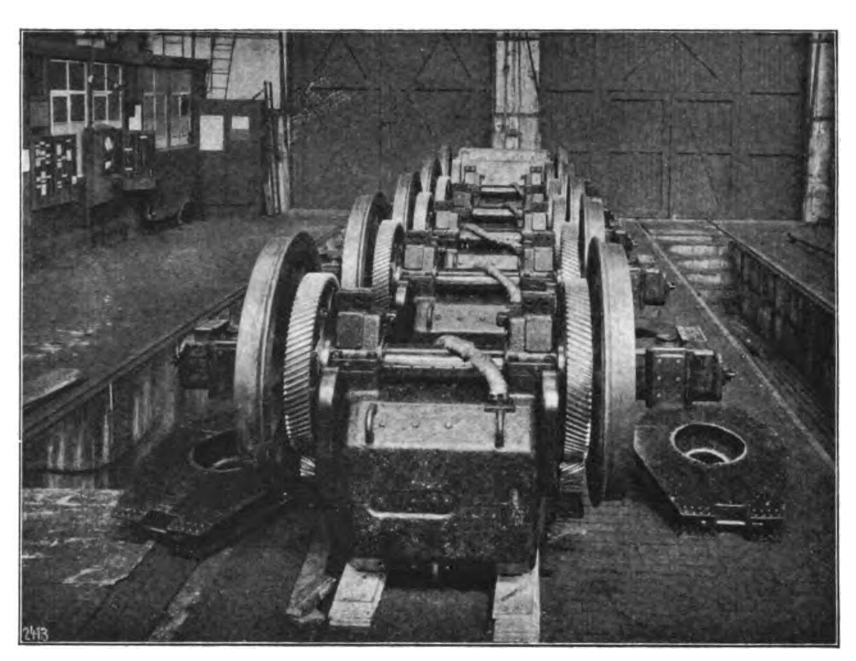
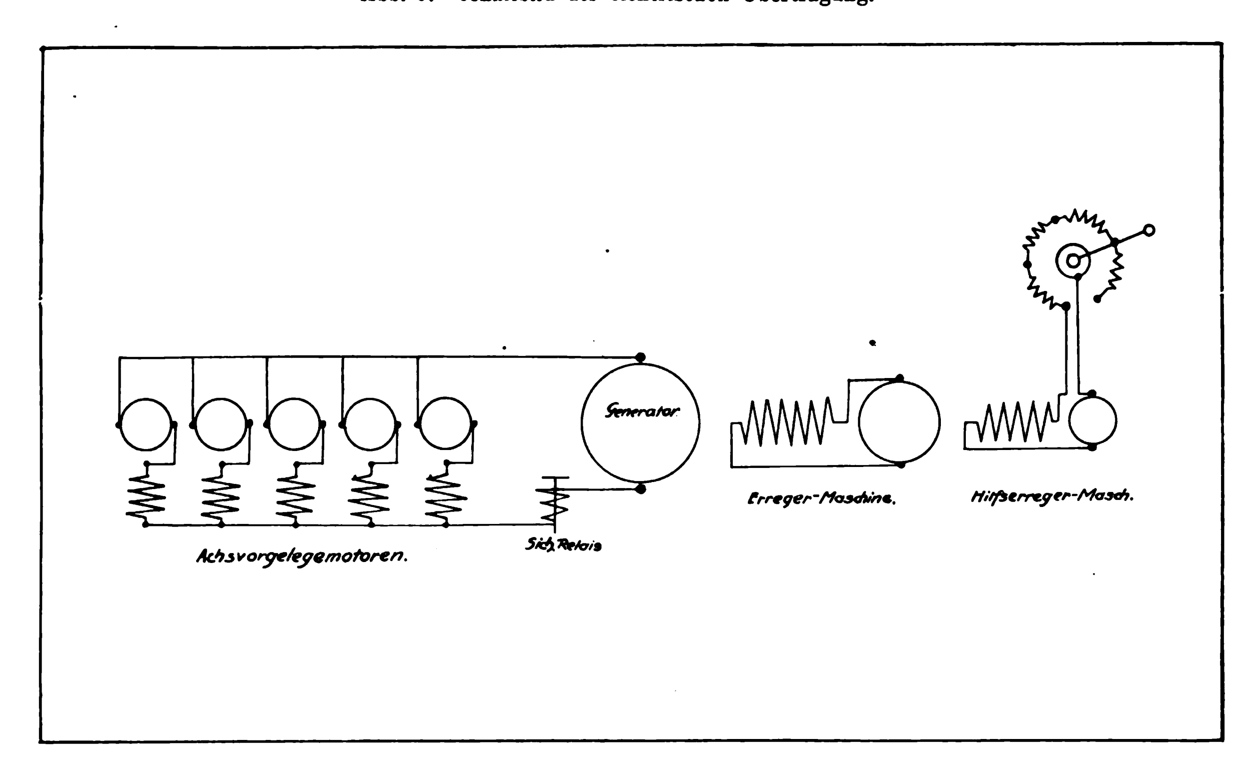


Abb. 9. Schaltbild der elektrischen Übertragung.



sehr fein eingestellt werden kann. Das Schaltbild der elektrischen Übertragung ist in Abb. 9 vereinfacht dargestellt.

Abb. 10. Prinzipskizze der Lokomotive nach dem Umbau.

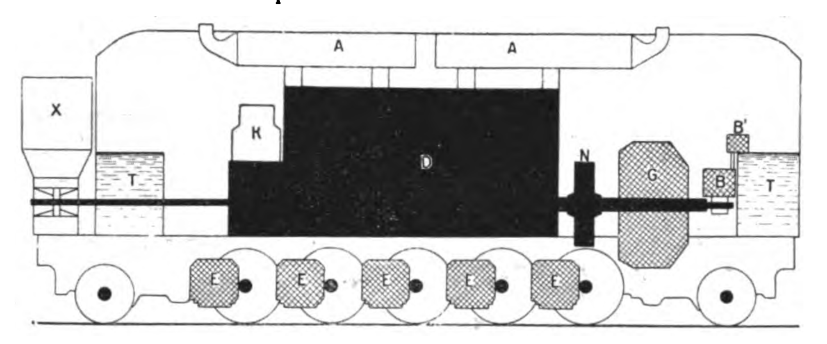
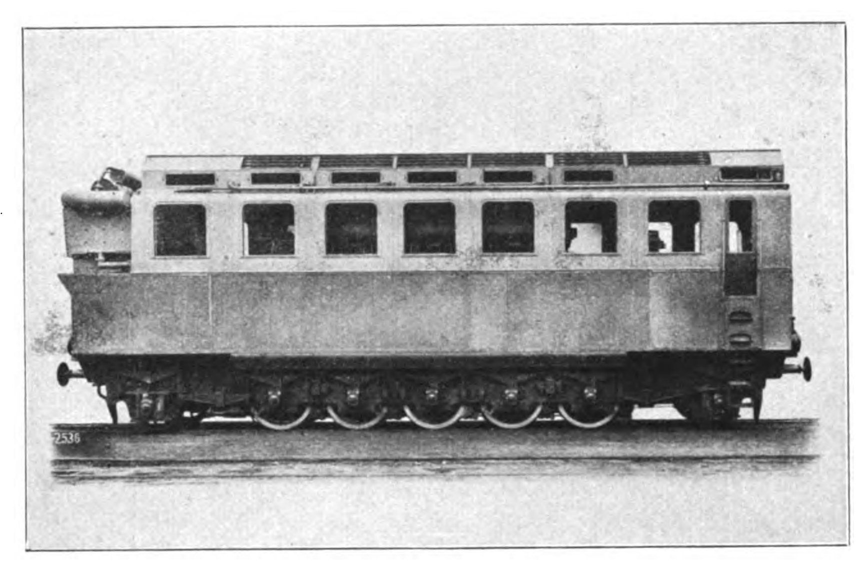



Abb. 11. Aufsenansicht.



Die beiden Erregermaschinen wurden ursprünglich durch eine vom Dieselmotor unabhängige Kraftquelle, nämlich von einem besonderen Glühkopfmotor von 20 PS angetrieben. Diese Anordnung erwies sich bei den ortsfesten Probefahrten nicht als vorteilhaft, vorwiegend deshalb, weil der Glühkopfmotor zu lange Zeit zur Ingangsetzung erforderte. Die Anordnung wurde deshalb dahingehend geändert, dafs die beiden Erregerdynamos nunmehr von der Dieselwelle angetrieben werden und zwar mittels einer auswechselbaren Zahnradübersetzung und eines Riemenantriebes.

Im allgemeinen wird die Übersetzung 1 : 2 verwendet, nur in besonderen Fällen, z. B. bei Schneegestöbern, wenn mit den gröfsten Drehzahlen der Dieselmaschine gefahren werden soll, wird die Übersetzung 3 : 5 eingebaut, was vom Lokomotivpersonal auf einer Zwischenstation in kurzer Zeit ausgeführt werden kann.

Abb. 10 gibt eine Prinzipskizze der Lokomotive nach dem eingangs erwähnten Umbau. Der Vergleich mit Abb. 1 zeigt, dafs der eine Kühler X entfernt und an seine Stelle ein zweiter Brennstoffbehälter T eingebaut ist. Weiter ist die nunmehr von der Dieselmaschinenwelle angetriebene Erregermaschine B an das entgegengesetzte Ende der Lokomotive versetzt worden. Endlich ist das ursprünglich gemeinsame Auspuffrohr A der sechs Dieselzylinder in zwei Teile aufgelöst, um den Erschütterungen besser widerstehen zu können. Abb. 11 gibt eine Aufsenansicht der Lokomotive wieder.

Die Hauptabmessungen und Gewichte der Lokomotive sind nachstehend zusammengestellt:

1. Dieselmaschine: Sechs Zylinder von 450 mm Durchmesser, 420 mm Hub. Drehzahlen 2—7,5, pro Sek. = 120—450 pro Min.
2. Gleichstromgenerator von 800 kW = 1088 PS Stundenleistung,
   Fremderregung durch eine Erregermaschine, deren Feld abermals durch eine Erregerdynamo erregt wird.
3. Fahrmotoren: 5 Stück zu je 141 kW = 192 PS $1^2/_3$ Stundenleistung, 160 kW = 218 PS Dauerleistung.
4. Fahrzeug: Spurweite 1,524 m, Gesamtradstand 10,400 m, geführte Länge = fester Radstand 5,720 m, Länge über Puffer 13,820 m.
5. Gewichte nach Umbau: Dienstgewicht 119 t, Reibungsgewicht 90 t = 5 . 18 t.

## Vergleichsversuche zwischen der russischen Diesel-elektrischen Lokomotive und der russischen E-Heifsdampflokomotive auf dem Prüfstand in Efslingen.

Von Reichsbahnoberrat Dr. Uebelacker.

Die im vorangegangenen Aufsatz beschriebene Diesellokomotive wurde vom 4. bis 8. November v. Js. von einer Prüfungskommission in Anwesenheit zahlreicher Gäste eingehenden Abnahme- und Vergleichsversuchen mit der russischen E-Heifsdampflokomotive auf dem Prüfstand in der Maschinenfabrik Efslingen unterworfen. Die Versuche waren auf das sorgfältigste vorbereitet und wurden ebenso peinlich durchgeführt, so dafs ihre Ergebnisse als durchaus zuverlässig angesehen werden müssen. Sie sollten zunächst den Nachweis erbringen, dafs die Diesel-elektrische Lokomotive, wie im Vertrag ausbedungen, die gleiche Leistungsfähigkeit besitze wie die E-Dampflokomotive vom Jahr 1921, die ja für die russischen Verkehrsbedürfnisse als besonders geeigneter Typ gilt. Sodann galt es, die mit besonderer Spannung erwartete Beantwortung der Frage zu geben um wieviel die Diesel-elektrische Lokomotive wirtschaftlicher arbeitet als die Dampflokomotive*). Hierfür waren geradezu ideale Voraussetzungen gegeben, da die Dampflokomotive nicht mit Kohlen gefeuert wurde, sondern mit Ölfeuerung eingerichtet war, also den gleichen Brennstoff verwendete wie der Dieselmotor, so dafs der Vergleich unmittelbar, sozusagen handgreiflich vor Augen trat. Den Versuchen durften natürlich nicht nur Grenzfälle — Lauf bei günstigsten Verhältnissen — zugrunde gelegt werden, die Versuche mufsten vielmehr ein Bild der wirklichen Beanspruchung der Lokomotive im Dienste geben, also unter wechselnden Bedingungen angestellt werden. Dabei war aber eine möglichst langdauernde, ununterbrochene Gesamtbeanspruchung der Lokomotive zu verlangen.

Diesen Forderungen entsprach das Programm, das je 3 Versuche, denen an einem Tage die Diesellokomotive, an einem zweiten die Dampflokomotive unterstellt wurde, vorsah.

Der 1. Versuch in einer Dauer von etwa 55 Minuten verlangte eine Zugkraft am Radumfang von 9000 kg und eine Fahrgeschwindigkeit von etwa 25 km/Std., demnach eine Leistung von etwa 830 PS am Radumfang, es entspricht dies der Beförderung eines Zuges einschliefslich des Lokomotivgewichtes von 1800 t auf einer schwach ansteigenden Strecke von $2,3\,^0/_{00}$ (1 : 435). Der 2. Versuch sollte die Wirtschaftlichkeit bei verringerter Leistung zeigen, entsprechend der Bewegung des

*) Siehe Seite 95 dieses Heftes.

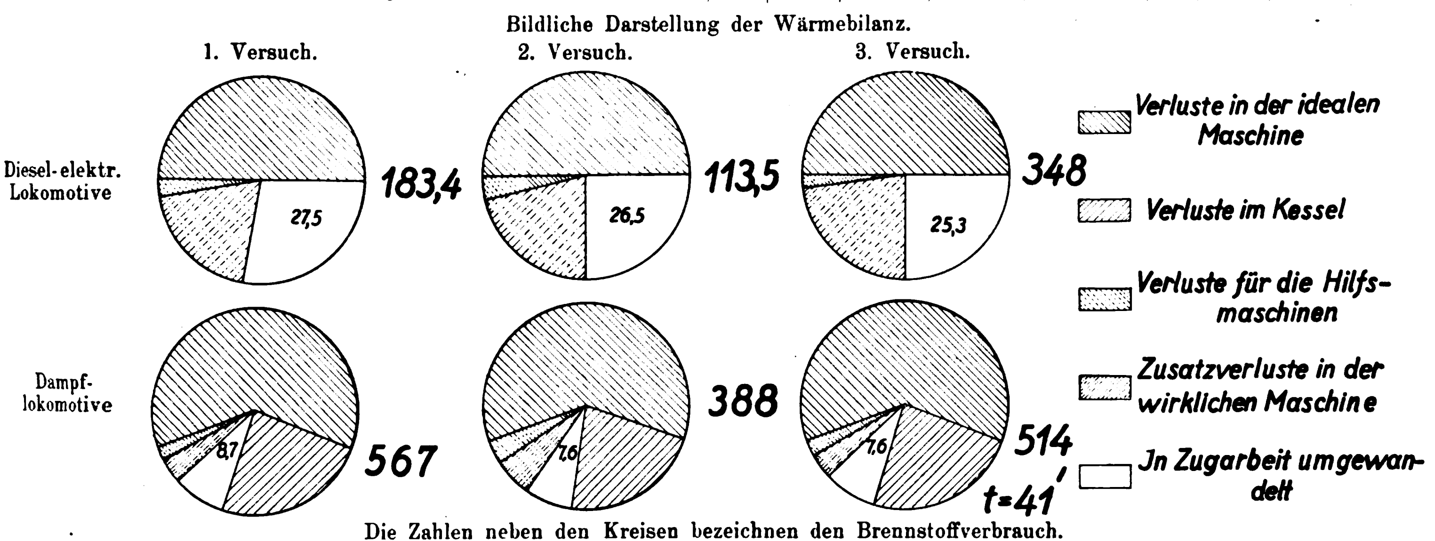
Zuges auf nahezu wagrechter Bahn ($0,5\,^0/_{00} = 1:2000$ fallend); nötige Zugkraft rund 4500 kg, Geschwindigkeit rund 30 km/Std., Leistung rund 500 PS; der Versuch sollte ebenfalls eine Stunde dauern. Beim 3. schwersten Versuch endlich sollte die Zugkraft auf 15200 kg am Zughaken (= der am Radumfang) bei 14 km/Std. Geschwindigkeit gesteigert werden unter der Vorstellung, dafs der Zug sich auf einer Steigung von $6,3\,^0/_{00}$ (1 : 160) bewege. Eine solche Steigung von 22 km Länge ist die Werebjinsche Steigung, im Zug der Oktoberbahn von Leningrad nach Moskau, deren Verhältnissen überhaupt die Versuchsbedingungen entsprechen. Die Dauer dieses Versuches wurde entsprechend der zum Durchfahren der genannten Steigung erforderlichen Zeit auf 90 Minuten ausgedehnt. — An diese 3 Versuche wurde danach bei der Thermolokomotive ein Versuch mit erhöhter Belastung und wechselnder Geschwindigkeit und bei der Dampflokomotive eine kurze Fahrt mit erhöhter Geschwindigkeit angeschlossen. — Sämtliche Versuche wurden bei jeder Lokomotive ohne Unterbrechung aneinandergereiht. Zur Steigerung der Zugkraft bei der Thermolokomotive von 4500 auf 15000 kg wurde jedoch vor Beginn der Messungen eine Übergangszeit von 10 Minuten eingeschaltet, in der die Belastung **allmählich** gesteigert wurde. Ebenso liefs man beide Lokomotiven vor Beginn des 1. Versuches kurze Zeit sich einlaufen, um das Wärmegleichgewicht zu erhalten.

Die Einrichtungen des Prüfstandes sind vom Professor **Lomonossoff** im Organ 1924, Seite 166 bereits näher beschrieben, so dafs hier davon abgesehen werden kann. Der

I. Diesel-elektrische Lokomotive.

| Versuch | Zugkraft kg | Fahrgeschwindigkeit km/Std. | Umdrehungen des Motors in der Sekunde | Leistung am Treibradumfang PS | Dauer des Versuchs Minuten | Brennstoffverbrauch im ganzen kg | auf 1 PS/Std kg | thermischer Wirkungsgrad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 9100 | 25,5 | 5½ | 857 (830—880) | 55 | 183,4 | 0,230 | 27,4 |
| 2 | 4325 | 29,6 | 5 | 474 (440—490) | 60 | 113,5 | 0,237 | 26,5 |
| 3 | 15240 | 15,8 | 5½ | 890 (860—914) | 94 | 348 | 0,250 | 25,3 |
| 4 | — | 12,5 bis 36,2 | 7½ | 945 bis 1066 | 24 | 106,5 | — | 21,1 bis 24,0 |
| **II. Dampflokomotive.** | | | Füllung % | | | | | |
| 1 | 9070 | 24,7 | 35 | 835 (810—869) | 57 | 566 | 0,730 | 8,67 |
| 2 | 4300 | 29,5 | 22 | 468 (460—505) | 55 | 388 | 0,835 | 7,6 |
| 3 | 14480 | 17 | 50 | 910 (778—925) | 41 | 514 | 0,830 | 7,62 |

Bildliche Darstellung der Wärmebilanz.




Die Zahlen neben den Kreisen bezeichnen den Brennstoffverbrauch.

Heizwert des verwendeten Brennstoffes (Naphta) wurde vom Landesgewerbeamt Stuttgart zu 10045 W. E. (unterer Heizwert) bestimmt, den Berechnungen wurde der runde Betrag 10000 zugrunde gelegt. Die Berechnung des thermischen Wirkungsgrades erfolgte nach der einfachen Formel

$$\eta = \frac{\text{Wärmewert für 1 PS/Std.}}{\text{Wärmeaufwand für 1 PS}_z\text{/Std.}} = 632 : \frac{Q \cdot h}{N_z}$$

worin $N_z$ die Pferdestärken am Radumfang (gemessen am Zughaken mit Dynamometer), Q den Brennstoffverbrauch und h den Heizwert des Brennstoffes, bedeutet; 632 ist der Wärmewert einer PS/Std.

Die Versuche wickelten sich vollständig programmgemäfs ab.

Die Versuchsergebnisse sind in nachstehender Übersicht zusammengestellt. Geschwindigkeit und Zugkraft sind selbstverständlich Mittelwerte, da es nicht möglich ist, sie absolut genau einzuhalten.

Für die Lokomotive ist wie aus der vorangegangenen Beschreibung zu entnehmen, ein Kühltender vorgesehen, der in der warmen Jahreszeit und bei Verwendung der Lokomotive in wasserarmen Gegenden die Rückkühlung des Kühlwassers mit Hilfe eines von einem eigenen Motor angetriebenen Ventilators besorgt. Dieser Kühltender war nur beim 3. Versuch notwendig, wo während 33 Minuten die Ventilatoren in Tätigkeit gesetzt werden mufsten. Die Temperatur des Kühlwassers im Kühltender betrug am Ende dieses Versuchs 66° C bei einer Lufttemperatur von 13°. Auch beim 4. Versuch war der Kühltender in Verwendung, wodurch eine Wieder-Abkühlung auf 57° erzielt wurde. Bei den beiden ersten Versuchen arbeiteten die Ventilatoren des Kühltenders nicht; das Kühlwasser hatte am Schlusse des 1. Versuches 47,5°. Im Brennstoffverbrauch des 3. und 4. Versuches ist der Verbrauch des Ventilatormotors mitenthalten.

Zur Beurteilung des Arbeitsvorganges in Dieselmotoren wurden während der Versuche fortlaufend Indikatordiagramme genommen, die tadellos ausfielen.

Die Besichtigung der Diesellokomotive nach Beendigung der Versuche ergab vollständig einwandfreie Beschaffenheit aller Teile.

Bei der **Dampflokomotive** machte sich die Schwankung der Zugkraft während einer Umdrehung bemerkbar. Es hatte dies sowohl bei den Vorversuchen wie auch bei dem Vergleichsversuch einen Bruch der Membran des Dynamometers zur Folge;

ein Mangel, der jedoch sofort behoben wurde. Der Regler der Dampflokomotive war bei allen Versuchen voll geöffnet. Der 3. Versuch mufste hier vorzeitig abgebrochen werden, weil ein Zylindersicherheitsventil undicht wurde. Bei der während einiger Minuten auf 50 km gesteigerten Geschwindigkeit blieb Schlingern und Zucken in zulässigen Grenzen. Auch bei der Dampflokomotive ergab die Besichtigung am Schlufs der Versuche, dafs bis auf das schadhafte Sicherheitsventil alles in Ordnung war.

Die Verbrauchszahlen der Dampflokomotive und ihr thermischer Wirkungsgrad der sich zwischen 7,6 und 8,67 bewegte, müssen als hervorragend bezeichnet werden und bedeuten eine sonst kaum erreichte Höhe, wobei noch zu bedenken ist, dafs es sich um eine Zwillingslokomotive ohne Speisewasservorwärmung handelte. Zur Erreichung dieser hohen Wirkungsgrade hat allerdings auch die Ölfeuerung beigetragen, die infolge des höheren Wärmewertes des Öls und der höheren und gleichmäfsigeren Temperatur besonders günstig arbeitet. Aber diese Zahlen werden durch den Verbrauch der Diesellokomotive völlig in den Schatten gestellt. Denn der Verbrauch dieser Lokomotive beträgt nur etwa ein Drittel des Verbrauchs der Dampflokomotive. Eine Verringerung des Brennstoffverbrauchs in einem so sprunghaften Ausmafs mufs die Gedanken der Eisenbahntechniker auf das Problem der Diesellokomotive lenken. Gewifs liegt das Problem für Rufsland anders als für andere Länder. Denn infolge des Naphtareichtums wird dieses schon bisher zur Lokomotivfeuerung verwendet, und da ist es keine Frage, dafs die Verbrennung im Zylinder wirtschaftlicher ist als in der Feuerbüchse. In recht in die Augen springender Weise ist der Unterschied der beiden Lokomotiven in den von Professor Lomonossoff aufgestellten Schaubildern (siehe Abbildung) zu sehen. — Aber auch in Deutschland, wo die Beschaffung und der Preis des flüssigen Brennstoffes eine andere Rolle spielt, wird die Frage der Thermolokomotive ständig im Auge behalten und eingehend geprüft werden müssen. — Es ist eine eisenbahntechnische Tat, dafs Professor Lomonossoff es unternommen hat, eine Vollbahngüterzuglokomotive grofser Leistungsfähigkeit zu bauen und es ist ihm zu danken, dafs er die Versuche in einem so weiten Kreise in freimütiger Weise vorführte. Es mag auch dabei der Freude Ausdruck gegeben werden, dafs die russische Regierung deutsche Werke zur Ausführung ihrer Pläne heranzog.

## Die Dampf-, Öl- und Druckluftlokomotiven auf der Eisenbahntechnischen Ausstellung in Seddin.

Von Oberregierungsbaurat a. D. **R. P. Wagner**, Mitglied des Eisenbahn-Zentralamtes.

(Fortsetzung aus Heft 1, Seite 11.)

### II. Die regelspurigen Güterzuglokomotiven.

Ein Eisenbahnunternehmen, dem derartige heute noch nicht zu übersehende Zinsverpflichtungen auferlegt werden wie der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, kann nur als notleidend betrachtet werden. Wenn auch jeder Reichsbahner stolz darauf sein sollte, dafs er in der Lage ist, durch seine intensive und zielbewufste Arbeit den schwersten Teil der deutschen Reparationsschuld von den Schultern schwächerer Volksgenossen fernzuhalten, so mufs er sich andrerseits über die Hauptrichtlinien der Reichsbahnwirtschaft während der Periode der Schuldabtragung völlig klar werden.

Ein reiner Luxusbetrieb wie z. B. in England, mit sehr hoher Fahrgeschwindigkeit der in grofser Zahl verkehrenden Schnellzüge und vielen kurzen, zwischen Abgangs- und Zielbahnhof möglichst beschleunigt verkehrenden Güterzügen ist seiner Unwirtschaftlichkeit wegen unbedingt abzulehnen. In einem reichen, vom Kriege nur mittelbar berührten Lande mag man einem verwöhnten Publikum so weit entgegenkommen, dafs man ihm die Beförderung von Stückgut einschliefslich Abrollens auf 600 km Entfernung binnen 14 bis 20 Stunden gewährleistet; für Deutschland mufs der Weg gröfserer Wirtschaftlichkeit eingeschlagen werden, d. h. abgesehen von wenigen sehr schnellfahrenden internationalen Schnellzügen, von denen eine Wirtschaftlichkeit nicht erwartet werden kann und die nur der Einschaltung Deutschlands in den grofsen Weltverkehr dienen, müssen grofse Zugeinheiten in gröfseren Zeitabständen gefahren werden, und zwar im Personen- wie im Güterverkehr. Die Wirtschaft der Lokomotive wie jeder Kraftmaschine hebt sich bis zu gewissem Grade mit der Vergröfserung der Einheit; die Personalausgaben und die Kapitalverzinsung wie auch die unvermeidlichen Nebenkosten für Anfeuern und Behandeln der Maschinen vor und nach der Fahrt sinken beträchtlich mit Vergröfserung der Einheit. Das Hauptaugenmerk mufs aber dem Güterzugdienste zugewendet werden, da nur dessen Ertrag Überschüsse zu erzielen vermag, während man zufrieden sein mufs, wenn die Personenbeförderung ohne Zuschüsse auskommt.

Der Bau grofser, leistungsfähiger Güterzuglokomotiven mufs daher die Hauptentwicklungsrichtung für Deutschland sein, und die ausgestellten sechs regelspurigen Lokomotivtypen, von denen fünf der Reichsbahn gehören, geben einen einigermafsen ausreichenden Überblick über das, was bisher in der Richtung getan wurde und was für die nähere Zukunft zu tun sein wird. Ihre Hauptabmessungen sind in der Zusammenstellung 2 wiedergegeben.

Zusammenstellung 2.

| | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1F-h4v.G.L.D.R. G.G67.16 (Württemberg K) Efslingen | 1E-h3.G.L.D.R. G.G56.16 (Preufsen G12) Henschel | 1E-h2.G.L. Polen Ty 23 Schwartzkopff | E-h2.L.D.R.G. G55.15 (Preufsen G10) Rheinmetall | 1D-h2.G.L.D.R.G. G45.17 (Preufsen G8[2]) AEG | D-h2.GL.D.R.G. G44.16 (Preufsen G9[1]) Hanomag |
| Zylinderdurchmesser dh mm | 2×500 | 3×570 | 2×650 | 2×680 | 2×630 | 2×550 |
| Zylinderdurchmesser dn „ | 2×750 | — | — | — | — | — |
| Kolbenhub s . . . . . . . „ | 650 | 660 | 720 | 660 | 660 | 630 |
| Verbundverhältnis . . . . . . | 1 : 2,25 | — | — | — | — | — |
| Treibraddurchm. D . . . mm | 1850 | 1400 | 1450 | 1400 | 1400 | 1250 |
| Kesseldruck p . . . . . . at | 15 | 14 | 14 | 12 | 14 | 12 |
| Rostfläche R. . . . . . . qm | 4,2 | 3,9 | 4,5 | 2,63 | 3,4 | 3,05 |
| Heizfläche der Feuerbüchse $H_b$ . . . . . . . „ | 15,5 | 14,19 | 16,5 | 14,47 | 12,63 | 11,7 |
| Heizfläche der Rohre $H_r$ „ | 216,5 | 180,77 | 207,44 | 127 | 154,8 | 137,3 |
| Gesamtheizfläche $f_H$ . . „ | 232 | 194,96 | 223,94 | 141,47 | 167,43 | 149 |
| Überhitzerheizfläche $H_ü$ „ | 80 | 68,42 | 73,5 | 58,9 | 53,12 | 57 |
| Leergewicht $G_l$ . . . . . t | 98,2 | 85,4 | 86 | 69,6 | 75,6 | 58 |
| Dienstgewicht $G_d$ . . . . t | 108 | 95,7 | 95,5 | 76,6 | 83,5 | 65,5 |
| Reibungsgewicht $G_r$ . . t | 94,6 | 82,5 | 85 | 76,6 | 70,2 | 65,5 |
| Gröfste Geschwindigk. k/Std. | 60 | 65 | — | 60 | 65 | 55 |
| $f_H/R$ . . . . . . . . . . . . | 55,2 | 50 | 49,8 | 53,8 | 49,25 | 48,8 |
| $H_ü/f_H$ . . . . . . . . . . . | 0,345 | 0,351 | 0,328 | 0,416 | 0,318 | 0,383 |
| Zugkraftkonstante $C_l$ . . . . | 2710 | 2297 | 2097 | 1872 | 1872 | 1523 |
| Zugkraft $Z_i$*) . . . . . . . . | 16260 | 16070 | 14700 | 11230 | 13100 | 9140 |
| $Z_i : G_r$ . . . . . . . . . . | 172 | 195 | 173 | 146,6 | 186,8 | 139,5 |
| Zylinderinhalt J**) . . . . . l | 574 | 505 | 478 | 411 | 411 | 300 |
| $J/f_H$ . . . . . . . . . . . . | 4,47 | 2,59 | 2,13 | 2,91 | 2,46 | 2,01 |
| J/R . . . . . . . . . . . . | 136,5 | 129,5 | 106,2 | 156,3 | 121 | 98,2 |

Die jüngste der Reichsbahn-Güterzuglokomotiven ist die lfd. Nr. 8 (Abb. 7), die erstmals im Jahre 1918 von der ehemaligen Württembergischen Eisenbahn-Verwaltung beschafft und von der Maschinenfabrik Efslingen geliefert wurde*). Sie ist die erste reichsdeutsche Lokomotive mit sechs gekuppelten Achsen; die Achsenzahl wurde notwendig durch strenges Festhalten am Achsdruck von 16 t. Eine glückliche und richtige Entscheidung war es, dafs für diese ausgesprochene Streckenlokomotive nicht die verwickelte und empfindliche Malletbauart gewählt wurde, sondern nach Gölsdorfs Vorgang ein einfaches Trieb- und Gangwerk mit parallelverschieblichen Kuppelachsen. Der Kessel ist recht gut durchgebildet und kann mit 232 qm Heizfläche etwa

Abb. 7. 1 F-h 4 v Güterzuglokomotive der ehem. Württ. St. B. (K), D. R G. G 67.16.

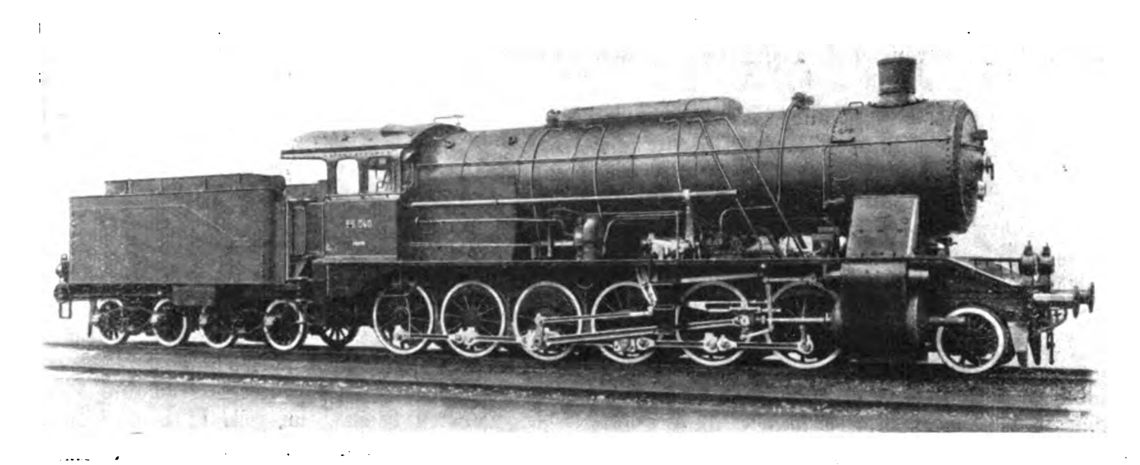
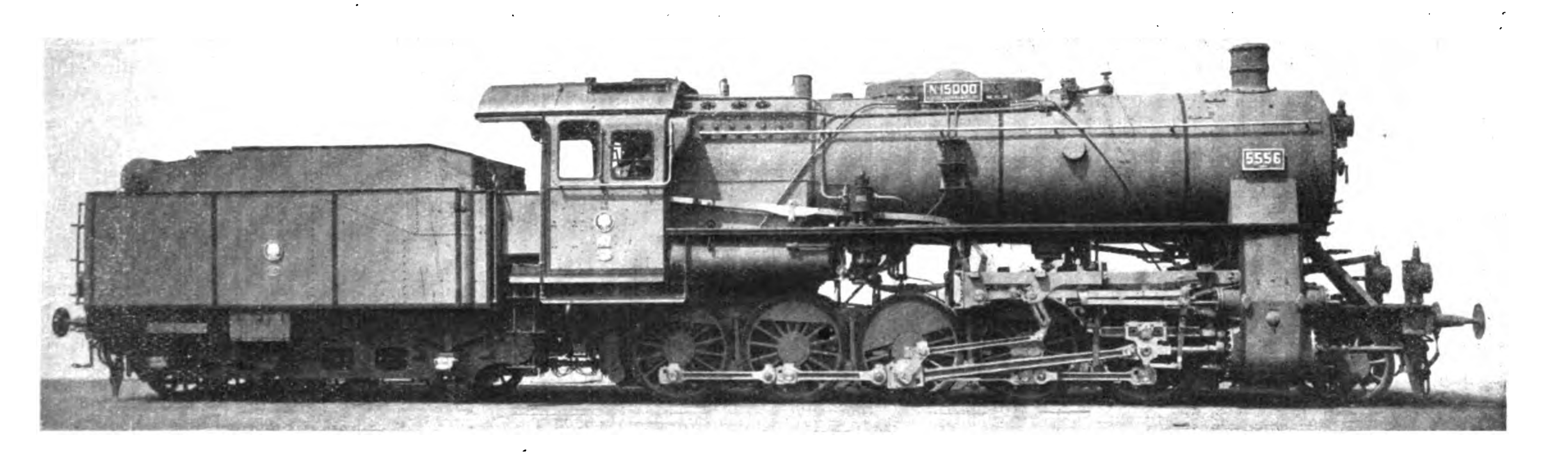


Abb. 8. 1 E-h 3 Güterzuglokomotive (Einheitsbauart G 12) D. R. G. G 56.16.




2300 $PS_i$ leisten. Auch der Überhitzer ist mit 80 qm Heizfläche gut dazu abgestimmt. Um möglichst wirtschaftlichen Dampfverbrauch zu sichern, wurde für den Antrieb der Achsen ein Vierzylinder-Verbundtriebwerk mit einem Zylinderverhältnis von 1 : 2,25 gewählt, wobei die innen und schräg liegenden Hochdruckzylinder die dritte und die aufsen in einer Flucht mit ihnen liegenden Niederdruckzylinder die vierte gekuppelte Achse antreiben. Um die Neigung der Innenzylinder mäfsig zu halten, ist die zweite Kuppelachse soweit gekröpft, dafs sie den Treibstangen ausweicht.

Die Verbundanordnung hat für das Hauptverwendungsgebiet der Maschine, die Steigung 10 $^0/_{00}$, unbestreitbare Vorteile bezüglich des Dampfverbrauchs, doch werden diese Vorteile wettgemacht durch die unvermeidliche Einengung des Verwendungsbereichs. So z. B. ist wegen der Verbundanordnung auf der ständig befahrenen Geislinger Steige mit einer Neigung 23,8 $^0/_{00}$ weder Kesselleistung noch Reibungsgewicht der Maschine voll ausgenutzt, obwohl Frischdampf in den Verbinder eingeführt werden kann. Ebensowenig ist es möglich, auf der Wagrechten mit den niedrigen Füllungsgraden zu fahren, die der verlangten Leistung entsprechen. Die Maschine ist mithin eine ausgesprochene Hügelland-Maschine und in ihrem Verwendungsgebiet allerdings hervorragend wirtschaftlich.

Die Einstellbarkeit in den Krümmungen und Weichen von 145 m Halbmesser ist vorzüglich gelungen. Die Laufachse vorn, eine Bisselachse, hat einen Ausschlag von je 95 mm und ist mit Rückstellvorrichtung versehen; die erste und letzte Kuppelachse sind seitenverschieblich, die beiden Treibachsen haben geschwächte Spurkränze. Die letzte Kuppelachse ist, um bei Rückwärtsfahrt besser zu führen, mit einer Rückstellvorrichtung versehen, die in ihrer einfachen Ausführungsform sich für langsamlaufende Lokomotiven durchaus eignet. Bemerkenswert ist an der Lokomotive noch die zentrale Schmierung aller Achslager durch einen besonderen Boschöler auf dem Heizerstande.

Der ganze Eindruck der Lokomotive ist vorzüglich; sie ist in allen Hauptmafsen und Einzelheiten wohl durchdacht und durchgebildet und macht der Beschaffungsbehörde und dem Herstellerwerk in gleichem Mafse Ehre.

Die laufende Nr. 9 der Zusammenstellung 2 (Abb. 8) stellt den ersten Versuch einer Einheitsbauart von Güterzuglokomotiven für alle Bezirke der Reichsbahn dar; es ist die während des Krieges entstandene 1 E Dreizylinder-Güterzug-

*) Die Lokomotive ist eingehend beschrieben in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1920, S. 829.

lokomotive der Gattung G 56.16, besser bekannt unter ihrer alten Bezeichnung G 12.

Im Feldeisenbahndienst zeigten sich grofse Schwierigkeiten in der Lagerhaltung und Beschaffung von Ersatzteilen aller der grundverschiedenen, von den Länderverwaltungen abgegebenen Lokomotivgattungen, von denen auch eine ganze Anzahl nicht genügend leistungsfähig war. Die Feldeisenbahnbehörde drängte daher auf Schaffung einer einheitlichen, leistungsfähigen Güterzuglokomotive mit 17 t Achsdruck besonders zur Beförderung schwerer Munitions- und Kohlenzüge. Diese wurde unter Aufsicht einer Militärkommission in der in Preufsen üblichen Weise von der Lokomotivfabrik Henschel & Sohn in Cassel in enger Fühlung mit dem Eisenbahn-Zentralamt durchgebildet. Angelehnt wurde sie an die kurz vor dem Kriege in Preufsen geschaffene und erst in wenigen Stücken vorhandene 1 E Güterzuglokomotive der Gattung G 12[1] mit Plattenrahmen und langer schmaler Feuerbüchse. Die Hauptabmessungen wurden im Lokomotivausschufs ausführlich beraten und festgelegt.

Die Lokomotive wurde erstmals im Jahre 1917 geliefert und geriet bald an allen Verwendungsstellen gleichmäfsig in Verruf, da sie als erste Gattung durchweg unter Verwendung minderwertiger Notbaustoffe und mit wenig guter »kriegsmäfsiger« Arbeit ausgeführt wurde. Die Arbeiterschaft der herstellenden Firmen war damals infolge ihrer geringeren inneren Widerstandsfähigkeit schon zum Teil minderwertig und durch zu hohe spezifische Anforderungen aus dem inneren Gleichgewicht gebracht, das Betriebspersonal begann schon unlustig und unzuverlässig im Dienste zu werden; so kam es dafs bis vor wenigen Jahren die G 12 trotz ihrer unbestreitbar richtigen Hauptabmessungen als völlige Fehlkonstruktion galt und im Betriebe ungern benutzt und schlecht behandelt wurde. Erst als die Lokomotiven einmal gründlich ausgebessert und mit Friedensbaustoffen versehen worden waren, wobei auch einige wirklich vorhandene Erstlingsmängel beseitigt wurden, änderte sich das Urteil über sie. Jetzt ist sie überall dort, wo ihre Leistung auf Bergstrecken und im Hügelland ausgenutzt werden kann, als wirtschaftlich bekannt und beliebt, und eine neuerliche eingehende Durchprüfung im Lokomotiv-Versuchsamt hat sie als eine der sparsamsten im Betrieb befindlichen Gattungen erkennen lassen.

Die Maschine wurde, um sie recht allgemein verwendbar zu machen, mit einstufiger Dehnung und dem in Preufsen bereits vereinheitlichten Treibraddurchmesser der Güterzuglokomotive von 1400 mm und Kolbenhub von 660 mm ausgeführt. Diese Abmessungen hätten bei der geforderten und untergebrachten Kesselleistung von 1950 $PS_i$ zu grofse Durchmesser für zwei Zylinder ergeben, darum wurde die Drillingsanordnung mit Zylindern von je 570 mm Durchmesser gewählt, wie schon vorher bei der G 12[1], und hierdurch gleichzeitig ein sehr gleichmäfsiges Drehmoment erzielt. Da die Kropfachse sich bei nur einer Kurbel unschwer durchschmieden liefs, wurde der Einachsenantrieb gewählt, der ja unstreitig die richtigste Lösung des Mehrkurbelproblems ist, weil die Beanspruchungen der Achslagergleitbacken durch die Dampf- und Massenkräfte am niedrigsten ausfallen und der Massenausgleich der Triebwerke nicht durch das Kuppelgestänge hindurch geleitet wird. Voraussetzung für diese Anordnung ist allerdings, dafs die Tragflächen der Treibachslager und ihrer seitlichen Gleitbacken für die Übertragung der gesamten Zugkraft auf den Rahmen genügend grofs bemessen werden. Das wurde jedoch bei Durchbildung der Maschine verabsäumt, es ergab sich, daher unzulässige Abnutzung der Lager und Radreifen der Treibachsen. Diese Mängel werden jetzt durch Einbau von Obergehtmann-Lagern beseitigt.

An der Lokomotive fällt der aus dem amerikanischen Lokomotivbau übernommene und in Süddeutschland bestens bewährte Barrenrahmen auf, der das Laufwerk durchsichtig und zugänglich macht, dabei aber haltbarer und steifer als der Plattenrahmen ausgeführt werden kann. Neuartig war das Herstellungsverfahren. Während in Amerika die Rahmen aus Stahlgufs, in Bayern durch Schweifsen von einzelnen Flufseisenbarren hergestellt werden, sind hier wahrscheinlich zum ersten Male, die Rahmen im vollen durch Auswalzen auf einem Panzerplattenwalzwerk angefertigt und dann ausgearbeitet worden. Das Herstellungsverfahren sichert eine derartige Durcharbeitung des Baustoffes, dafs in den Abmessungen und Gewichten erheblich gespart werden kann.

Die Laufachse vorn ist wiederum als Bisselachse ausgebildet; die Deichsel dient nur zur Führung, während Laschen am vorderen Pufferträger dafür sorgen, dafs bei Vorwärtsfahrt die Achse dauernd gezogen, nicht geschoben wird. Parallel verschiebbar nach Gölsdorf sind die zweite und letzte gekuppelte Achse; die Spurkränze der dritten gekuppelten (Treib-)achse sind geschwächt.

Die G 12 stellt mit ihrem Reibungsgewicht von 82,5 t die zur Zeit leistungsfähigste deutsche Bauart einer für alle Steigungen gleichmäfsig geeigneten Güterzuglokomotive dar, ohne selbstverständlich die vorher beschriebene 1 F Lokomotive mit dem überlegenen Reibungsgewicht vön 94,6 t in dem für diese günstigen Steigungsbereich zu erreichen. Für den in naher Zukunft einsetzenden Verkehr von Zügen von 1200 t Gewicht über Hügellandstrecken ist aus dem Gesagten die Schlufsfolgerung zu ziehen, dafs eine Lokomotive mit etwa 100 t Reibungsgewicht und 2500 $PS_i$ Leistung erforderlich wird, die auf allen im Hügelland und in den Deutschen Mittelgebirgen vorkommenden Steigungen möglichst gleich wirtschaftlich Dienst tun soll. Die Forderung bedingt einen möglichst breiten Scheitel der Leistungscharakteristik, wie er nur mit einstufiger Dampfdehnung zu erreichen ist. Unter den in der Durchbildung begriffenen Einheitslokomotiven der Reichsbahn ist daher eine solche 1 E Maschine mit 20 t Achsdruck und Drillingsanordnung mit an erster Stelle vorgesehen worden, allerdings auf Empfehlung des Deutschen Lokomotivausschusses mit Zweiachsenantrieb, der zwar die Übertragung der Zugkräfte erheblich erleichtert, aber den Kräfteflufs zwischen Triebwerk und Rahmen der klaren Bestimmung entzieht. Diese Lokomotive soll in erster Linie geschlossene Züge mit Schwerlast-Güterwagen befördern, die mit einer selbsttätigen Mittelpufferkupplung mit hoher Belastungsgrenze ausgerüstet sind.

Unter dem Eindruck der Vorzüge, jedoch in irriger Anschauung über die Ursachen der Mängel der G 12 Lokomotive entwickelte die Polnische Staatsbahn zusammen mit der Berliner Maschinenbau-Ges. vorm. Schwartzkopff eine 1 E Güterzuglokomotive, die im Dienst- und Reibungsgewicht sich fast garnicht von der G 12 unterschied, aber nur zwei Zylinder mit einstufiger Dehnung haben sollte. Die Aufgabe wurde in recht beachtenswerter Weise durch die Erbauerfirma in Gestalt der lfd. Nr. 10 der Zusammenstellung 2 gelöst*).

Der Konstrukteur erkannte eine Schwäche fast aller deutschen Güterzuglokomotiven, den zu kurzen Hub. Wenn man an einem kleinen Treibraddurchmesser wie z. B. 1400 mm festhalten will, um hohe Zugkräfte zu erzielen, läfst sich mit Rücksicht auf die Umgrenzungslinie der Kurbelkreis nicht gröfser als 650—660 mm wählen. Der erforderliche Zylinderinhalt mufs also, wenn der Zylinderdurchmesser mit Rücksicht auf die Umgrenzungslinie oder das Gegengewicht sich nicht weiter vergröfsern läfst, durch Vermehrung der Zylinderzahl herbeigeführt werden. Vergröfsert man nun den Treibraddurchmesser über 1400 mm hinaus, so kommt fast jedes Millimeter Vergröfserung dem Kurbelkreis oder Hub in vollem

*) Die Lokomotive ist auf Seite 265 des Organ beschrieben und abgebildet.

Mafse zugute und man erreicht einmal leicht die erwünschte Zugkraft und das erforderliche Zylindervolumen mit geringerer Zylinderzahl und geniefst dabei noch den vollen wärmetechnischen Vorteil einer langhubigen Maschine, d. h. kleine schädliche Räume.

Bei der polnischen 1 E Lokomotive, Bauart 23 wurde daher der Treibraddurchmesser auf 1450 mm gebracht und der Kolbenhub durch geschickte Durchbildung des Triebwerks und volle Ausnutzung der günstigen Umgrenzungslinie sogar um 60 mm auf 720 mm vergröfsert. Es hätte sich also das Zylindervolumen der G 12 (505 l) mit Leichtigkeit in zwei Zylindern unterbringen lassen. Dem Leistungsprogramm genügten jedoch zwei kleinere Zylinder von 650 mm Durchmesser und 478 l Gesamtinhalt. Trotz der geringeren errechneten Zugkraft (14700 gegen 16070 kg) läfst sich, wie die vom Lokomotiv-Versuchsamt Grunewald durchgeführten Versuche zeigten, im Dauerzustand dieselbe Zugkraft wie bei der G 12 erzielen; die gröfsere Füllung (über 50 v. H.) bleibt wirtschaftlich erträglich wegen der verhältnismäfsig kleinen schädlichen Räume, desselben Grundes, aus dem die mit ungewöhnlich kleinen aber langhübigen Zylindern ausgestatteten amerikanischen Lokomotiven ohne grofse Einbufse an Wirtschaftlichkeit durchweg mit Füllungen gefahren werden können, die weit über den bei uns üblichen liegen.

Die Rostfläche wurde der minderwertigen polnischen Sandkohle wegen auf 4,5 qm vergröfsert, die Heizfläche auf rund 224 qm. Wäre die Maschine mit einem Abdampfvorwärmer ausgerüstet, so könnte eine Kesselleistung von rund 2200 $PS_i$ erwartet werden. Statt dessen ist sie versuchsweise mit einer Abdampfstrahlpumpe von Davies & Metcalfe versehen, die an sich denselben Wärmegewinn bringen kann, sich jedoch der wechselnden Betriebsleitung nicht so eng anpassen läfst wie eine Vorwärmerpumpe. Ein Abstrich von 100 bis 150 $PS_i$ dürfte sich hierdurch rechtfertigen lassen.

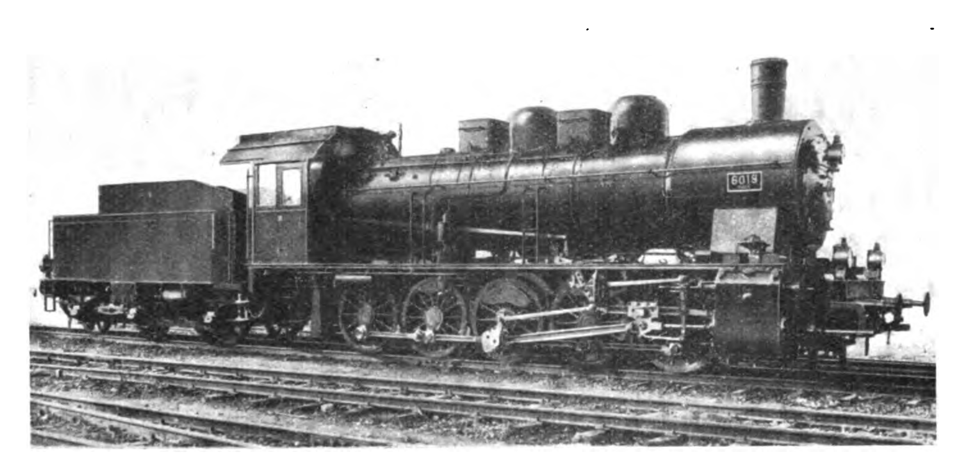
Die Lokomotive hat vorn eine nach dem Bogenmittelpunkt einstellbare Laufachse, Seitenverschiebung für die zweite und fünfte Kuppelachse und an der Treibachse geschwächte Spurkränze. Der Tender weist deutlich auf österreichische Überlieferung hin, wie denn auch an manchen Einrichtungen der Lokomotive selbst (z. B. Friedmannsche Strahlpumpe und Schmierpumpe) zu ersehen ist, dafs die junge Bahnverwaltung bemüht ist, aus der Überlieferung ihrer Ursprungsländer das beste zu ihrem Vorteil zu vereinigen. Mit dieser Lokomotive hat einer der Meister Deutschen Lokomotivbaues, Brückmann, wiederum ein Zeichen seines Könnens gegeben und der Polnischen Staatsbahn eine leistungsfähige, wirtschaftliche und betriebstüchtige Lokomotive verschafft.

Die nächste Lokomotive der Zusammenstellung 2, lfd. Nr. 11, Abb. 9, die preufsische E Zwillingslokomotive der Gattung G 55.15 (früher G 10), mutet nach den beschriebenen schweren Maschinen klein und veraltet an, sie durfte aber aus zwei Gründen in der Ausstellung nicht fehlen; einmal ist sie zur Zeit ihrer Entstehung bahnbrechend gewesen für die Ausdehnung des schweren Güterzugbetriebs, und zweitens ist sie noch heute wegen ihrer Einfachheit und Wirtschaftlichkeit im mittelschweren Dienst eine beim Personal sehr beliebte Gattung. Erstmals beschafft wurde sie im Jahre 1910 zur Beförderung von Kohlenzügen auf den schwierigen Strecken des Saargebiets, als Oberbau und Brücken noch keinen höheren Achsdruck als 14 t gestatteten. Erst später kam sie durch Ergänzungen in der Ausrüstung (Vorwärmer, Schlammabscheider) auf den jetzigen Achsdruck von 15 t.

Als Kessel wurde der Kessel der vier Jahre älteren P 35.17 (P 8) verwendet und noch niedrig gelagert; hierdurch ergeben sich bauliche Schwierigkeiten für Rost und Aschkasten, die aber gut gelöst wurden. Als Raddurchmesser wurde zum ersten Male der Regeldurchmesser 1400 mm angewendet bei dem Regelhub von 660 mm, die Schienenreibung ist noch nicht in dem hohen Mafse durch die Zylinderleistung ausgenutzt wie jetzt üblich. Gute Kurvenläufigkeit ist theoretisch erzielt durch Seitenverschieblichkeit der ersten und letzten Achse, doch hat der langjährige Betrieb gerade mit dieser Maschinengattung gelehrt, dafs auch bei Güterzuglokomotiven eine bogenbewegliche Laufachse vorn nicht fehlen sollte, um die Abnutzung des Spurkranzes der ersten gekuppelten Achse gering zu halten. Im übrigen weist die Gattung G 55.15 für heutige Begriffe keine eigenartigen Merkmale auf.

Die lfd. Nr. 12 der Zusammenstellung 2 (Abb. 10), die 1 D Zwillings-Güterzuglokomotive der Gattung 45.17 (früher G 8[2]), war zur Zeit der Schaffung der Reichsbahn die neueste preufsische Güterzuglokomotivbauart. Sie sollte die Züge, welche die G 12 im Hügelland zu fahren hatte, im Flachland übernehmen und dabei die veraltete Gattung G 44.17 (G 8[1]) ersetzen. Sie wurde daher aus der G 12 heraus entwickelt, im wesentlichen durch Fortlassen einer gekuppelten Achse und

Abb. 9. E-h2 Zwillingslokomotive der vorm. Preufs. St. B. (G 10).
D. R. G. G 56.15.




entsprechende Verkleinerung aller Abmessungen, und erstmals kurz nach jener, im Jahre 1919 geliefert.

Der Kessel wurde bei gleichem Durchmesser so gekürzt, dafs er 167 qm Verdampfungsheizfläche erhielt. Es wären also etwa 1650 $PS_i$ zu erwarten, wenn nicht durch schematische Verwendung der kurzen Überhitzer-umkehrenden, die nur bei langen Kesseln am Platze ist, die Überhitzerheizfläche und damit die Überhitzung zu gering ausgefallen wäre. Zum Glück ist der Mangel mühelos zu beheben.

Als Zylinderinhalt konnte der der G 10 trotz des über 6 t kleineren Reibungsgewichtes bei 14 at Kesseldruck gegenüber 12 bei der G 10 zugrunde gelegt werden mit Rücksicht auf die neueren Anschauungen über die Ausnutzung der Schienenreibung. Die vordere Laufachse ist eine Deichselachse genau wie bei der G 12, von den gekuppelten Achsen ist die zweite verschiebbar, doch hat die Treibachse geschwächte Spurkränze. In allen übrigen Punkten ist die Lokomotive möglichst genau der G 12 nachgebildet. Sie hat sich innerhalb ihres Betriebsprogrammes durchaus bewährt.

Als bemerkenswert sei noch erwähnt, dafs in wenigen Stücken noch eine Abart der G 8[2], durchweg mit unveränderten Abmessungen, aber mit drei Zylindern statt zwei, gebaut worden ist, um besonders im Bergbetrieb für mittelschwere Züge das gleichmäfsigere Drehmoment der Drillingslokomotive nutzbar

zu machen. Der Gesamtzylinderinhalt blieb unverändert. Der erwartete Vorteil war wohl in mäſsigem Umfang nachweisbar, doch erreichte die Dreizylindermaschine wegen den gröſseren Abkühlungsflächen und der Dampflässigkeit niemals ebenso niedrige Verbrauchsziffern wie die G 8². Die Abart wurde daher verlassen.

Die letzte Lokomotive der Güterzugreihe, lfd. Nr. 13 der Zusammenstellung 2 (Abb. 11), ist die für Heiſsdampf umgebaute ältere preuſsische D-Güterzuglokomotive der Gattung G 9.

Im allgemeinen pflegte man in einigen Ländern beim Umbau einer noch leistungsfähigen Naſsdampflokomotive in eine Heiſsdampfmaschine die Überhitzung so niedrig zu halten, daſs mit den in der Regel vorhandenen Flachschiebern noch auszukommen war. Die Grenze der Dampftemperatur liegt dafür bei etwa 280 bis höchstens 300°. Da aber bekanntlich 5 bis 6° Temperaturerhöhung des Dampfes den Dampfverbrauch um 1 v. H. herabdrücken, können bei Verwendung niedriger Überhitzung etwa 10 v. H. der zu erreichenden Vorteile nicht ausgenutzt werden. Nachdem die Reichsbahn bei ihren Umbauversuchen die Unverwendbarkeit selbst entlasteter Flachschieber bei höheren Dampftemperaturen festgestellt hatte, war für jede Gattung zu prüfen, ob neue Zylinder lohnend sein würden oder andere Mittel wie z. B. Kolbenschieberaufsätze auf dem Flachschieberspiegel genügten. Bei Zweizylinder-Verbundlokomotiven, bei denen nur der Hochdruckzylinder mit Kolbenschieber zu versehen war, ergab sich von selbst der Ersatz dieses einen Zylinders; bei Zwillings-Tenderlokomotiven wird zur Zeit ein Versuch mit aufgesetzten Kolbenschiebern unter Belassung der ganzen äuſseren Steuerung gemacht.

Die ausgestellte G 9 Lokomotive, die letzte (noch im Jahre 1909) für Preuſsen entworfene Naſsdampfstreckenlokomotive, war ihrer groſsen Schieberabmessungen wegen ein Schmerzenskind des Betriebs.

Als Naſsdampfmaschine hatte sie die ungewöhnlich groſse Heizfläche von 197 qm, die beim Einbau eines Überhitzers von 57 qm Heizfläche sich auf 149 qm verringerte. Der Überhitzer wurde also für hohe Temperaturen bestimmt. Die Maschine hat den damals üblichen Blechrahmen, Lauf- und Triebwerk sind einfach und gut durchgebildet; mit Hilfe einer Seitenverschiebung der zweiten und vierten Achse ist eine gute Bogenläufigkeit erhielt. Die Räder haben den alten preuſsischen Regeldurchmesser von 1250 mm, der Kolbenhub beträgt unter äuſserster Ausnutzung der Umgrenzungslinie 630 mm.

Der für Naſsdampf mit 550 mm richtig bemessene Zylinderdurchmesser hätte auch beim Umbau in Heiſsdampf der Zapfenbeanspruchungen wegen nur unwesentlich vergröſsert werden können. Dieses Maſs wurde daher mit Rücksicht auf die Verwendung der alten Kolben beibehalten. Da aber der Einbau von Kolbenschieberaufsätzen auf räumliche Schwierigkeiten stieſs, wurden beide Dampfzylinder durch neue mit Kolbenschiebern und innerer Einströmung ersetzt. Die äuſsere Steuerung konnte hierbei bis auf den Voreilhebel beibehalten werden; bei diesem waren die Angriffspunkte der Schieberschub- und Schieberstange zu vertauschen, auſserdem wurden die Treibzapfen ausgepreſst

Abb. 10. 1 D-h 2 Zwillings-Güterzuglokomotive der vorm. Preuſs. St. B. (G 8²). D. R. G. G 45.17.

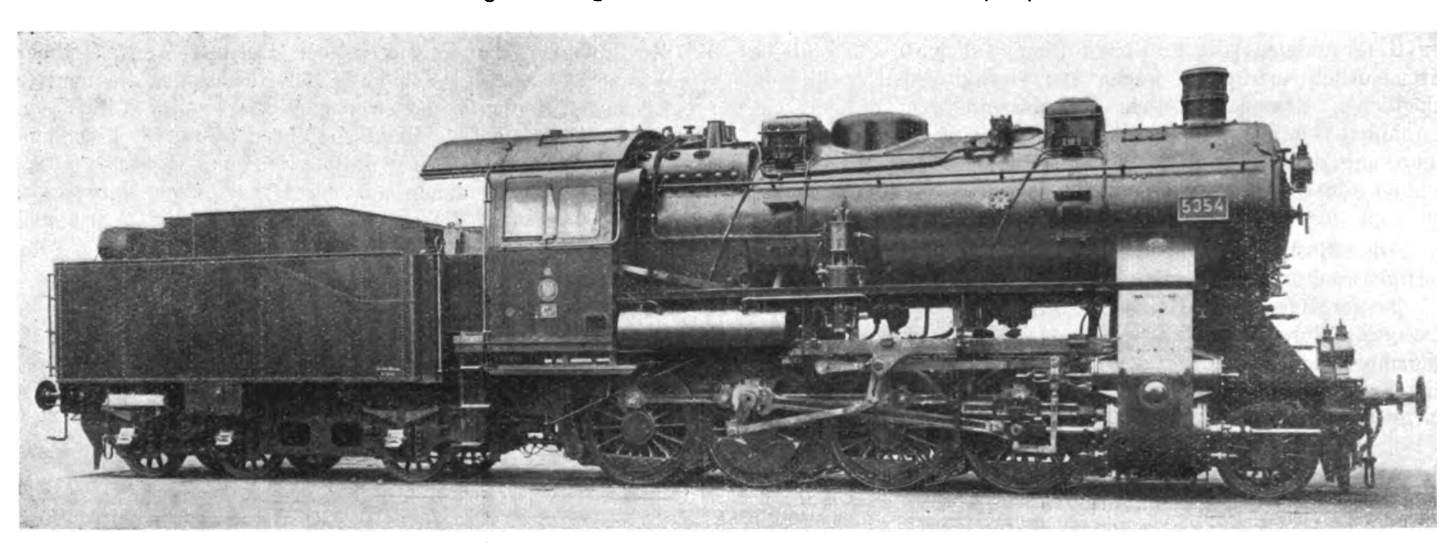
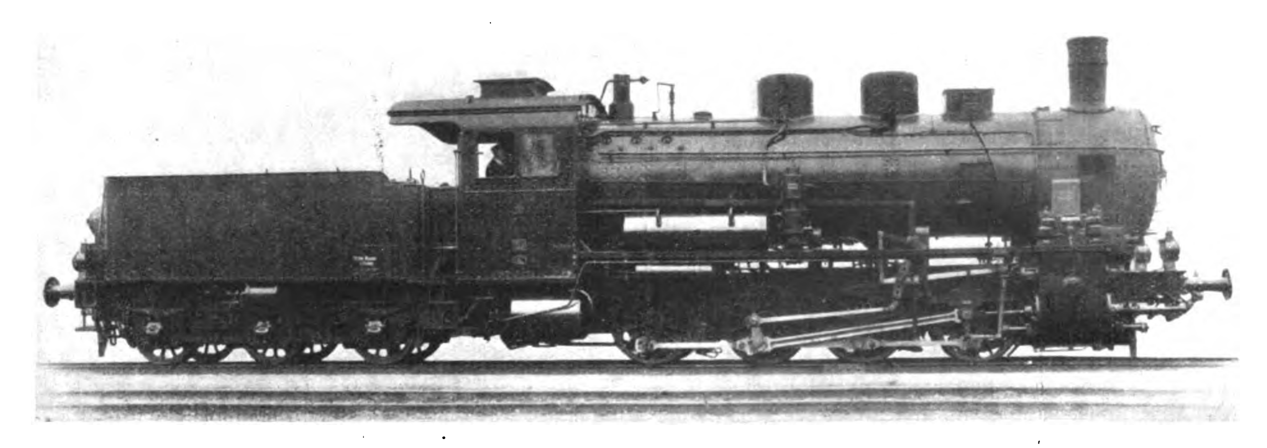



Abb. 11. D-h 2 Güterzuglokomotive der vorm. Preuſs. St. B. (G 9¹). D. R. G. G 44.16.



und um 180° gedreht wieder eingeprefst, so dafs die Gegenkurbel um 90° nach- und nicht mehr voreilt. Durch dieses Mittel wurden für innere Einströmung bei Verwendung der früheren Ein- und Auslafsdeckung gute Dampfschaulinien erzielt.

Die Dampfzylinder wurden mit verschiedenen, noch recht plump ausgeführten Versuchsbauarten von Eckventil-Druckausgleichern ohne Luftsaugeventile von 120 mm Durchgang ausgerüstet. An dieser wie an anderen Gattungen hat sich bisher schon gezeigt, dafs das die Verbrennung der Ölhaut im Schieberkasten verursachende Luftsaugeventil ohne weiteres entbehrt werden kann, wenn die Durchgänge im Druckausgleicher so grofs sind, dafs die Zylindertemperatur bei Leerlauf nicht über 200 bis 250° steigt. Um bei dem grofsen Inhalt der Druckausgleicher die schädlichen Zylinderräume nicht ungebührlich zu vergröfsern, wurde das Mittelventil in zwei Eckventile aufgelöst.

Anläfslich des Umbaues erhielten die nunmehr G 9[1] oder neuerdings G 44.16 genannten Heifsdampflokomotiven auch Vorwärmer und Winkelrost-Schlammabscheider mit Speisedom; auch wurde die Saugzuganlage zweckentsprechend geändert.

Mit einer der umgebauten Maschinen wurde bei eingehenden Streckenversuchen eine Wasserersparnis von 26,8 v. H. und eine Kohlenersparnis von 20,8 v. H. gegenüber der alten G 9 erzielt. Dieses Ergebnis ermutigte zum beschleunigten Umbau der ganzen Gattung G 9 und zur Weiterführung der Umbaubestrebungen für andere Lokomotivgattungen.

(Schlufs folgt.)

## Die elektrischen Lokomotiven, der Mefswagen und die Streckenausrüstung auf der Eisenbahntechnischen Ausstellung in Seddin.

Von Reichsbahnoberrat **Rechenbach.**

Hierzu Tafel 6.

Wie auf den anderen Fachgebieten, so bot die eisenbahntechnische Ausstellung in Seddin auch auf dem Gebiet der elektrischen Zugförderung ihren Besuchern einen ebenso umfassenden, wie interessanten Überblick über den gegenwärtigen Stand im Ausbau der Triebmittel und der Strecken-Ausrüstung. Zum ersten Male wurde hier die breitere Öffentlichkeit darauf aufmerksam, in welchem Umfang die Starkstromtechnik Eingang in das Zugförderungswesen bei der Deutschen Reichsbahn gefunden hat. Erfahrungen eines verhältnismäfsig kurzzeitigen Betriebs, der überdies noch durch den Krieg und die ungünstigen wirtschaftlichen Verhältnisse der Nachkriegsjahre stark gehemmt war, auf den Versuchsstrecken für das Flachland von Leipzig nach Halle und Magdeburg und für das Gebirge von Görlitz nach Königszelt, haben Lokomotiven geschaffen, die heute schon die Leistungen der stärksten und schwersten Dampflokomotiven übertreffen. Diese zeigte die Deutsche Reichsbahn in Gemeinschaft mit den Lokomotivbauanstalten in einer Reihe von acht verschiedenen Ausführungsformen, bestimmt für den Vollbahnbetrieb mit Einphasenwechselstrom von 15000 Volt Fahrdrahtspannung.

Es waren ausgestellt: zwei Personenzuglokomotiven mit der Achsfolge 2 D 1 und B-B, eine Güterzuglokomotive mit der Achsfolge AAA + AAA; diese Lokomotiven sind dem Maschinenbestand des Betriebs entnommen worden und waren bereits längere Zeit im Dienst gestanden. Die übrigen fünf waren neu angeliefert und hatten eben erst die Aufbauhallen ihrer Lieferwerke verlassen und zwar: eine Schnellzuglokomotive mit der Achsfolge 2 C 2, zwei Personenzuglokomotiven mit der Achsfolge 1 C 1 und 2 B B 2 sowie zwei Güterzuglokomotiven mit der Achsfolge 1 B B 1 und C-C.

Von einer Beschreibung der Lokomotiven im einzelnen sei hier abgesehen und nur das wesentliche der einzelnen Bauarten hervorgehoben. Eine Zusammenstellung von Angaben über Abmessungen, Aufbau und Leistung enthält der Aufsatz über die neueren elektrischen Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn im Organ 1923, Heft 9/10, Elektrischer Bahnbetrieb*) von Reichsbahnrat O. Michel der Gruppenverwaltung Bayern. Die allgemeine Bauart der aufgestellten Lokomotiven ist auf Taf. 6 dargestellt.

Das Streben nach Einheitlichkeit in der Ausführung von Einzelheiten hat naturgemäfs im Elektrolokomotivbau ebenso Platz gegriffen wie in den anderen Herstellungszweigen. Die Frage des Ersatzes machte dies geradezu zur Forderung. Es ist selbstverständlich, dafs eine Vereinheitlichung der Bauart nur an solchen Teilen der Lokomotive durchzuführen war, deren Entwicklung auf Grund hinreichender Betriebserfahrungen im grofsen und ganzen als abgeschlossen gelten konnte. Dabei konnte das, was für ortsfeste Anlagen geschaffen wurde, lediglich als Anhalt dienen, jedoch auch für die kleinsten Einzelteile wie Schalter, Sicherungen und ähnliches in keinem Falle endgültige Ausführungsformen für den Bahnbetrieb mit seinen aufserordentlichen Beanspruchungen hergeben. Die neu angelieferten Lokomotiven wurden bereits mit den vereinheitlichten Bauteilen ausgerüstet. Man sah die Stromabnehmer, den Ölschalter, die Motorluftpumpen sowie Teile der Druckluftausrüstung, ferner Schalt- und Sicherungsanlagen in einheitlicher Ausführung. Den gröfsten Einflufs auf den Ausbau der Lokomotiven zeigte der Ölschalter in seiner vereinheitlichten Bauform, da er in druckfestem Rundkessel unmittelbar unterhalb des Daches im Maschinenraum eingebaut eine besondere bisher übliche Hochspannungskammer entbehrlich macht. Das bedeutet neben dem Platzgewinn, der auf den an sich räumlich sehr beengten Lokomotiven erwünscht ist, den Fortfall einer ganzen Reihe von Verriegelungen und sonstigen baulichen Mafsnahmen zum Schutze vor der Hochspannung. Für diese Art der Anordnung ist die Druckfestigkeit des Ölkessels auch beim mehrfachen Schalten auf einen bestehenden Kurzschlufs allerdings unbedingtes Erfordernis. Die Firma Brown, Boveri u. Cie. zeigte auf ihrem Hallenstand den von ihr durchgebildeten Ölschalter in geöffnetem Zustand. An gleicher Stelle sah man auch den ebenfalls als Einheitsausführung angenommenen Lichtschaltkasten, der auf den Lokomotiven die wenig geeignete Schalttafel ersetzt. An Stelle von Drehschaltern und Stöpselsicherungen trägt er kleine, kräftig ausgeführte Druckgriffschalter und zugängliche, leicht austauschbare Röhrensicherungen für die einzelnen Nebenstromkreise. Leicht zerstörbare Isolationsmaterialien sind völlig vermieden. Für die Druckluftherzeugung hat die Firma Knorr eine zweistufige, vierzylindrige Motorluftpumpe als Einheitsform gebaut, die mit einer Luftförderung von 90 cbm in der Stunde gegen 7 at Überdruck den gestellten Anforderungen in jeder Weise genügt. Sie ist mit Rollenlagern und mechanischem Ölumlauf ausgerüstet. Den Antriebsmotor von 20 PS Leistung liefern die Bergmann-Elektrizitätswerke ebenfalls in Einheitsausführung.

In der Frage nach dem Vorzug von Öl- oder Trockentransformatoren scheint, sofern man nur die ausgestellten Lokomotiven in den Bereich der Betrachtungen zieht, die Entscheidung zugunsten des Öltransformators ausgefallen zu sein. Von den acht Lokomotiven war allein die ältere Bauart der schweren Personenzuglokomotive mit dem Kupplungsverhältnis 2 D 1 mit einem Trockentransformator ausgerüstet. Allerdings werden die Bergmann-Elektrizitätswerke auch eine Anzahl der 2 C 2 Schnellzuglokomotive, die ebenfalls mit einem Öltransformator gezeigt wurde, mit einem Trockentransformator zur Anlieferung bringen. Immerhin erscheint die Entscheidung für den Öltransformator noch keine endgültige, zumal die Erfahrungen im eigenen Betrieb noch kaum ein abschliefsendes

*) Siehe ferner: Wechmann, Der elektrische Zugbetrieb der Deutschen Reichsbahn. Verlag R. Otto, Mittelbach.

Urteil über die eine oder die andere Kühlart zulassen. Mit einem Mindergewicht von 25 % hat sich der Trockentransformator dem ölgekühlten gegenüber einen erheblichen Vorteil gesichert. Gegen ihn sprach seither u. a. auch der besondere Lüftersatz als weitere Hilfsmaschine auf der Lokomotive neben den Motorlüftern und dem Kompressor. Dieser Nachteil dürfte durch die Einführung künstlicher Lüftung auch bei Öltransformatoren zur Kühlung des erwärmten Öles seine Bedeutung verloren haben. Während man bei älteren Bauformen elektrischer Lokomotiven grofse Transformatorleistungen teilte

Abb. 1. 2 D 1 Personenzuglokomotive (B. E. W.).

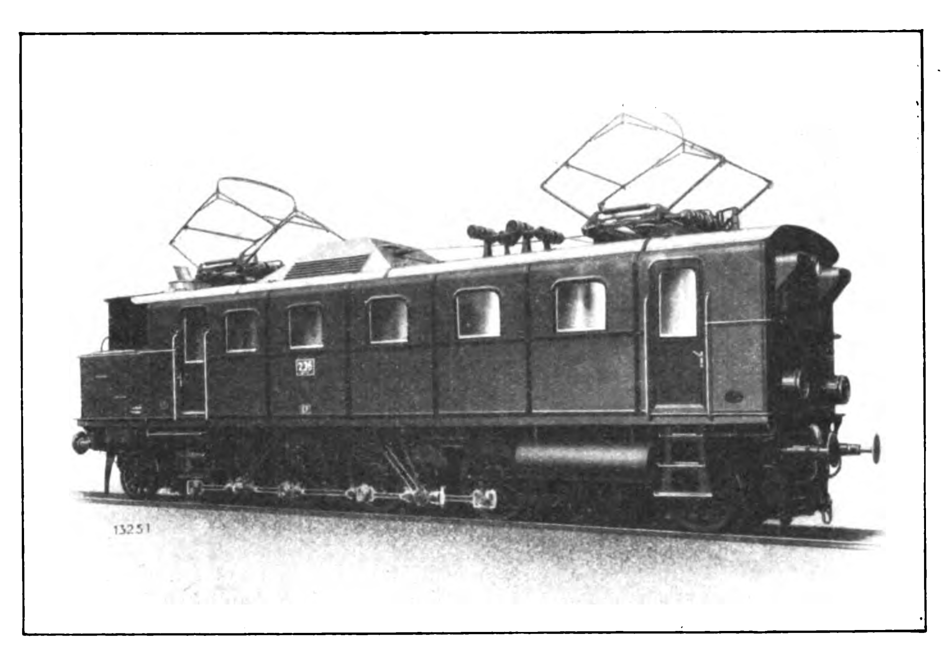
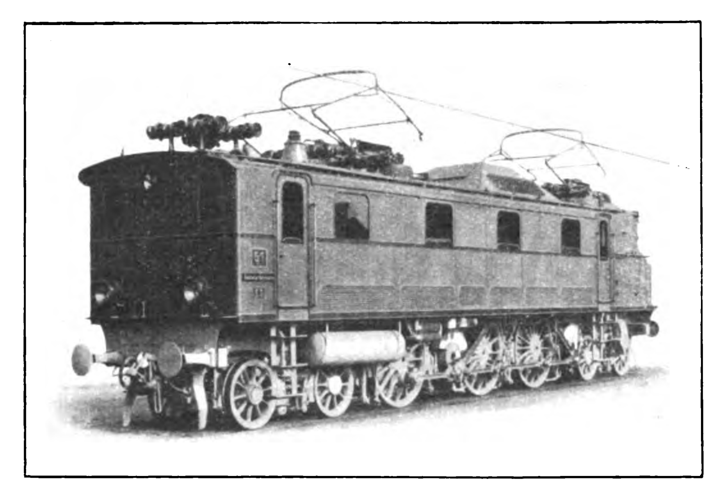


Abb. 2. 2 C 2 Schnellzuglokomotive (B. E. W.).



(AAA + AAA, B + B + B, C + C) und durch Aufbau des Transformators an einem Ende der Lokomotive den Fahrwind zur Kühlung des Öles in den Rohren mit oder ohne besondere Kühllamellen heranziehen konnte (2 D 1 Maffei-Schwarzkopf-Werke), fällt diese Möglichkeit beim Einbau des Transformators im Maschinenraum in der Lokomotivmitte fort. Die Vereinigung der gesamten, auf neueren Lokomotiven noch gesteigerten Leistung in einem Transformator bedingte zur Raum- und Gewichtsersparnis für eine möglichst geringe Ölmenge eine besondere Kühleinrichtung. Der Strom eines Lüfters, angesaugt oder ausgeblasen, bestreicht die Rohre, in denen eine Umlaufpumpe das Öl in Bewegung hält. Dabei sind die Ölrohre als Henkelrohre entweder am Ölkessel selbst angebaut oder sie bilden zusammengeführt einen besonderen Oberflächen-Kühler. Im erstgenannten Falle umschliefst ein Gehäuse als Luftschacht den Transformatorkessel, in den die Gebläseluft eingeführt wird, im zweiten besorgt ein unmittelbar aufgebauter Lüfter die Kühlung. Damit gilt also auch für den Öltransformator der Lüfter als notwendige Hilfsmaschine neben der erforderlichen Ölumlaufpumpe. Allerdings wird das Aussetzen des Lüfters in dieser Anordnung nicht das alsbaldige Zurückziehen der Lokomotive aus dem Betrieb zur Folge haben müssen wie im gleichen Falle beim Trockentransformator, um unzulässiger Erwärmung vorzubeugen. Der Fortfall der unangenehmen Ölbehandlung muls unbedingt als Vorteil des Trockentransformators angesehen werden. Reinigen durch Filtrieren und Abkochen des Öls im Unterdruck sind umständliche und langwierige Arbeiten. Undichte Stellen am Ölkessel, die oft schwer zu erkennen und zu dichten sind, führen nicht selten zur Verschmutzung der Lokomotive. Eine Verunreinigung des Trockentransformators tritt dadurch auf, dafs die aus dem Maschinenraum angesaugte Kühlluft zwar frei von Feuchtigkeit ist, aber verschmutzende Teile mit in die Wicklungen reifst, die sich auf diesen festsetzen und den notwendigen Isolationsabstand verringern. Diesen Übelstand sucht man probeweise durch Einbau von Luftfiltern zu beheben, die allerdings den Ansaugwiderstand um das doppelte erhöhen.

Als Triebmotor für den Betrieb mit Einphasen-Wechselstrom hat sich der kompensierte Reihenschlufsmotor mit Wendepolen endgültig durchgesetzt. Man sah auf der 2 D 1 Personenzuglokomotive und der 2 C 2 Schnellzuglokomotive, die von den Bergmann-Elektrizitätswerken mit gleicher elektrischer Ausrüstung hergestellt wurden, 3000 PS Stundenleistung in einer Einheit vereinigt. Nicht allein die Leistung dieses bisher gröfsten Bahnmotors der Welt, nicht nur für Einphasen-Wechselstrom, sondern für alle Stromarten überhaupt, unterscheidet ihn wesentlich von den übrigen, sondern auch die Art seiner Wicklungsanordnung. Während die Motoren der Regelbauart Erreger-, Wendepol- und Kompensationswicklung getrennt voneinander tragen, ist der Ständer des vorgenannten Motors nur mit einer Wicklung versehen, die in ihrer Wirkung die drei besonderen Wicklungen ersetzt. Daraus ergibt sich neben einer Ersparnis an Kupfer eine wesentliche Vereinfachung im Aufbau. Zwischen den beiden Hälften des zweiteiligen Ständers bestehen insgesamt nur zwei Verbindungen, von denen jede den halben Motorstrom führt. Nach dem Lösen dieser Stromzuführungen und der beiden Klemmschrauben, die die Motorhälften aufeinanderpressen, kann die obere Hälfte des Ständers von der unteren abgehoben werden. Durch Bürstenverschiebung wird die Leistung des Motors auch bei gesteigerter Geschwindigkeit auf nahezu voller Höhe gehalten. Ebenfalls durch Bürstenverschiebung wird die Änderung der Drehrichtung des Motors bewirkt, so dafs für die beiden vorgenannten Lokomotiven ein besonderer Fahrtwender in Fortfall kommt. Die übrigen Triebmotoren zeigten keine Abweichungen von der Regelbauart der Reihenschlufsbahnmotoren. Mit ausgiebiger Fremdlüftung versehen sind sie so bemessen, dafs ihre Temperaturen sich innerhalb der Grenzen halten, die in den »Regeln für Bewertung und Prüfung von elektrischen Bahnmotoren und Transformatoren«, herausgegeben vom Verband Deutscher Elektrotechniker, festgelegt sind. Für die Motorwicklungen gelten in Abweichung

von diesen Regeln Temperaturen von 20° unter den vom Verband vorgeschriebenen bereits als Höchsttemperaturen. Für den Kollektor bedeutet eine Erwärmung um 75° über die Aufsentemperatur bereits die höchst zulässige.

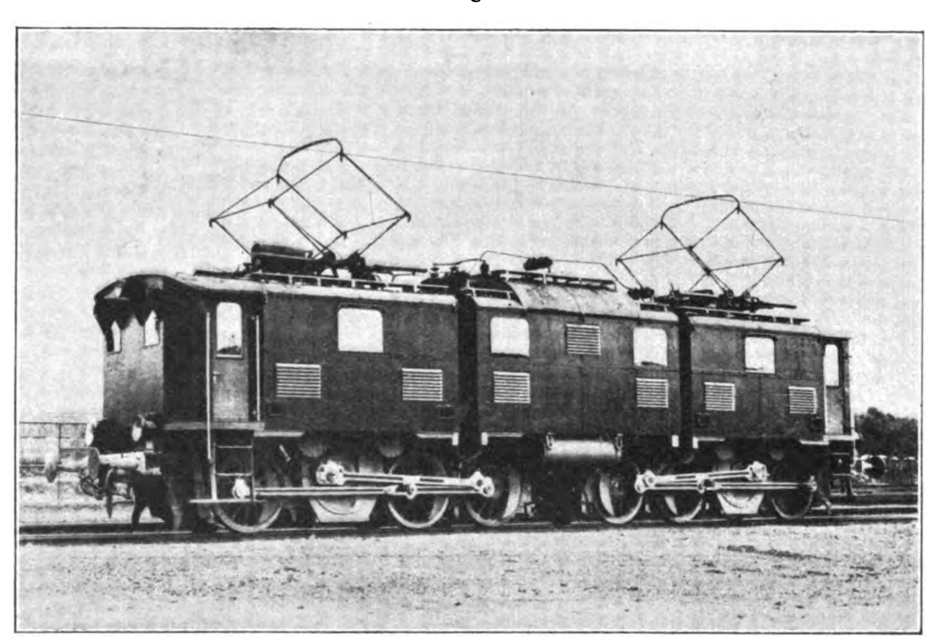
Die Änderung der Motorenspannung zur Regelung der Leistung geschieht bei allen ausgestellten Lokomotiven mit Ausnahme der 1 C 1 Personenzuglokomotive der Firma Brown, Boveri und Cie. über eine Reihe von Schützen. Zur Vermeidung langer Leitungen für den Motorstrom unmittelbar auf dem Transformator oder in seiner unmittelbaren Nähe aufgebaut, erfolgt ihre Betätigung elektromagnetisch mit unmittelbar gesteuerten Zugmagneten oder elektropneumatisch unter Betätigung der Druckluftsteuerventile für den Luftzylinder, dessen Kolben den Kontaktdruck ausübt, durch Magnetspule und Anker. Die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft und die Siemens-Schuckert-Werke haben die schwere Personenzuglokomotive 2 B B 2 mit elektromagnetischen, die schwere Güterzuglokomotive C-C mit elektropneumatischen Schützen ausgerüstet. Die letztgenannte Betätigungsart verwenden die Bergmann-Elektrizitätswerke ausschliefslich für die von ihnen gebauten Lokomotiven und zeigten sie an der schweren Personenzuglokomotive 2 D 1 und an der Schnellzuglokomotive 2 C 2. Der hohe Anpressungsdruck gestattet kleine Kontaktflächen auch bei hohen Motorströmen. Das gleiche, elektropneumatische Schütz haben die Maffei-Schwartzkopff-Werke für die Güterzuglokomotive 1 B B 1 übernommen, während sie ihre bisher an die Deutsche Reichsbahn gelieferten Lokomotiven (2 D 1, 1 C 1) mit einer rein mechanischen, im Betriebe gut bewährten Steuerung ausgerüstet hatten.

Die Firma Brown, Boveri u. Cie zeigte die bereits früher für die Güterzuglokomotive C + C durchgebildete mechanische Steuerung, eine Schlittensteuerung nach Art eines Zellenschalters, auf der leichten Personenzug lokomotive 1 C 1 in neuer Form. In dieser bietet sie als wesentliche Verbesserung die Möglichkeit des Ausschaltens in jeder beliebigen Stellung des Stufenschalters. Wie bei der älteren Ausführung wird durch eine Schraubenspindel eine Hauptbürste über eine Reihe von Kontakten bewegt, die mit den einzelnen Transformatoranzapfungen verbunden sind. Der Funkenschalter, der mit Abreifskontakten und Funkenlöscher versehen und durch Exzenter am Ende der Spindel bewegt, das Überschalten von einer Spannungsstufe besorgt, ist so kräftig durchgebildet worden, dafs durch elektropneumatische Betätigung der gesamte Motorstrom augenblicklich abgeschaltet werden kann. Erneutes Einschalten kann erst nach Zurückgehen in die Anfangsstellung geschehen. Damit ist der Mangel einer Endausschaltmöglichkeit auch für diese Steuerungsart behoben. Sie dürfte, im übrigen bewährt, die sicherste und einfachste Regelung der Leistung darstellen.

In ihrem mechanischen Aufbau zeigten die ausgestellten Lokomotiven ebenfalls einiges Neue. Antriebsformen sah man in verschiedensten Zusammenstellungen, den reinen Stangenantrieb, den Antrieb mittels hochgelagerten Zahnrads und Schrägstange, den reinen Zahnradantrieb und endlich den Einzelachsantrieb. Neu ist für die Deutsche Reichsbahn der Antrieb über ein Zahnradvorgelege und Schrägstange zu einer Blindwelle. Die Erfahrungen hiermit auf ausländischen Bahnen sind günstig, obgleich er die Schwierigkeiten des Stangenantriebs mit denen des Zahnradantriebs vereinigt. Sein Vorteil sind die hochgelagerten und damit gut zugänglichen Motoren. Die Motoren, als Doppelmotoren, die auf ein gemeinsames Zahnradvorgelege arbeiten, zusammengebaut, sind in gemeinsamer Wanne gelagert, so dafs sämtliche Lagerstellen, auch die der Zahnradwelle, in starrer Verbindung zueinander stehen. Die Zahnradvorgelege besitzen, um Störungen im Triebwerk durch Stöfse und durch Ungleichheit im Antrieb zu vermeiden, neben der Federung des grofsen Zahnrades bei der 1 C 1 Personenzuglokomotive der Firma Brown, Boveri u. Cie und der C-C Güterzuglokomotive der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft auch noch eine solche im Ritzel.

Bei den für das bayerische Netz bestimmten Lokomotiven, Bauart 1 C 1 und 2 B B 2, wurde zum leichteren Ein- und Ausbau der Hilfsmotoren und Apparate die Aufsenwand des Maschinenraumes durch breite Türen unterbrochen. Aufserdem kann, wie üblich, das Dach der Lokomotive vollständig abgehoben werden. Die Türen erscheinen zweckmäfsig, da sie kleinere Arbeiten an den Lokomotiven auch ohne Kran, der in den Betriebswerken nicht immer verfügbar ist, gestatten. Dafs für dichten Abschlufs der Türen bei der Fahrt jederzeit gesorgt sein mufs, ist selbstverständlich, da das Eindringen von Staub und dem noch gefährlicheren Staubschnee unbedingt vermieden werden mufs.

Abb 3. C-C Güterzuglokomotive der A. E. G.



Bei einigen Lokomotiven (2 C 2, 1 B-B 1) sah man Sandkästen im Maschinenraum für das Besanden der Achsen. Diese Anordnung hat wohl den Vorteil, dafs der Sand im Kasten stets trocken bleibt, jedoch entspricht sie nicht den Forderungen des Betriebs, die dahingehen, in möglichst ausgedehntem Mafse mechanische Besandungsanlagen zur Anwendung bringen zu können. Deshalb sehen neuere Entwürfe die Kästen bereits an der Wand des Maschinenraumes mit einer Beschickungsmöglichkeit von aufsen her vor.

**Der Mefswagen zur Untersuchung elektrischer Lokomotiven.**

Im engsten Zusammenhang mit den für den Vollbahnbetrieb bestimmten elektrischen Lokomotiven steht der Mefswagen, den die Deutsche Reichsbahn zu ihrer gründlichen wissenschaftlichen Untersuchung herstellen liefs und der gleichfalls ausgestellt einen der interessantesten Ausstellungsgegenstände bildete. Leider konnte er nicht allgemein der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden; deshalb sei auf seine Einrichtung im folgenden näher eingegangen.

Soweit vor dem Bau des Wagens, der seit einem Jahr im Dienste steht, Versuche an elektrischen Lokomotiven an-

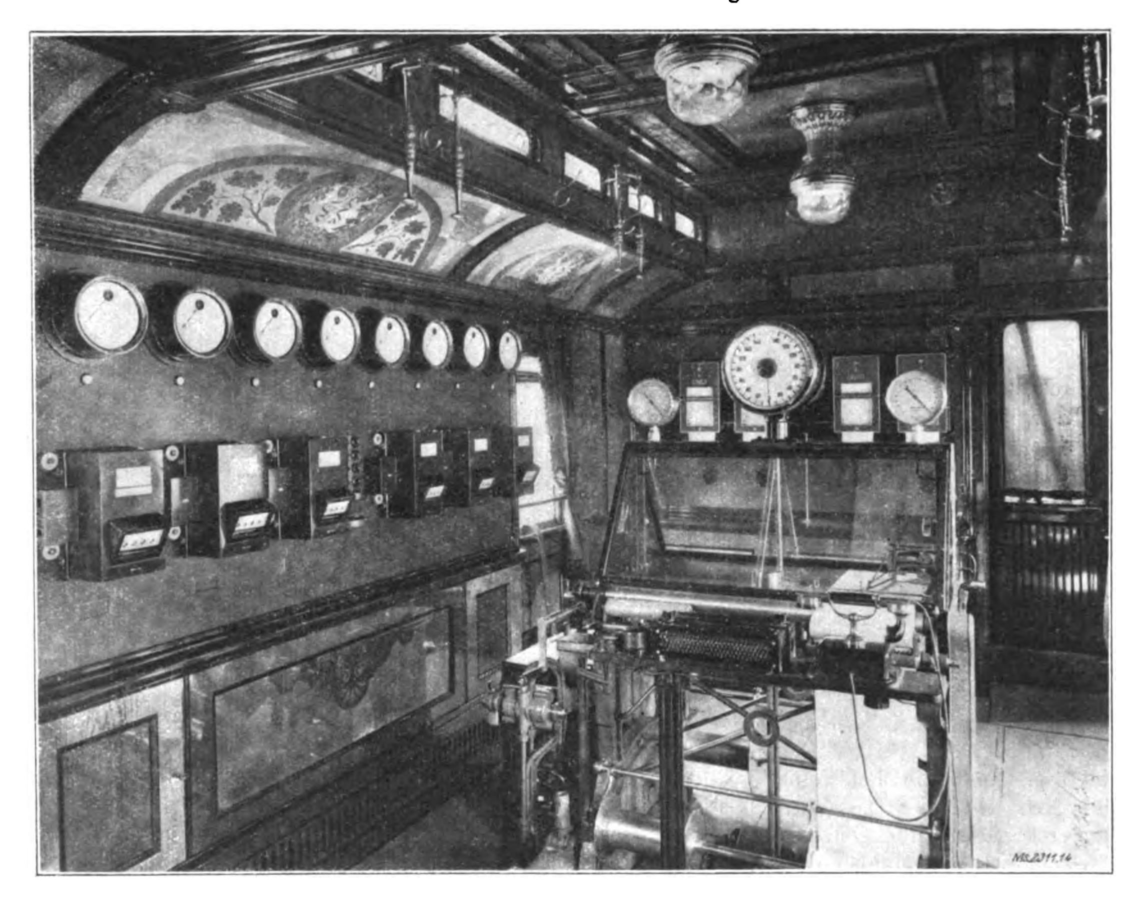
gestellt wurden, mufsten sie, soweit sie sich auf die Leistungsuntersuchung erstreckten, lediglich auf die Erprobung im Betriebe, auf die Beförderung der im Vertrage vorgeschriebenen Zuggewichte unter Einhaltung der geforderten Fahrzeiten beschränkt bleiben. Die Fragen nach der tatsächlich geleisteten Nutzarbeit, nach dem Verbleib der zugeführten Arbeit und damit dem Wirkungsgrad der Lokomotive, nach dem Leistungsfaktor, nach dem spezifischen Arbeitsverbrauch und andere blieben bis dahin unbeantwortet. Dies sind jedoch Werte, deren Kenntnis sowohl an sich, als auch zum Vergleich der einzelnen Bauarten von gröfster Bedeutung ist und schliefslich Vorbedingung für eine richtige Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der elektrischen Zugförderung wie auch für deren zweckmäfsige Weiterentwicklung bleibt.

Aus dieser Überlegung heraus entstand der Mefswagen zur Untersuchung elektrischer Lokomotiven. Er ist ausgerüstet mit allen Einrichtungen, mittels deren zunächst die aus dem Fahrdraht aufgenommene Leistung, ihre Verteilung in der Lokomotive selbst und schliefslich die am Zughaken abgegebene Leistung festgestellt werden können. Die aus dem Fahrdraht aufgenommene Leistung wird sowohl im ganzen als auch nach ihren einzelnen Kompenenten und Beiwerten bestimmt und fortlaufend aufgezeichnet. Die Möglichkeit der Messung ist dadurch gegeben, dafs der Wagen, der bei einer Mefsfahrt zwischen die Lokomotive und den zu fahrenden Zug eingestellt wird, selbst mit Stromabnehmern ausgerüstet ist. Über die Stromabnehmer wird der hochgespannte Strom zu einem im Wageninneren befindlichen Hochspannungsraum und aus diesem heraus zu zwei Kabeltrommeln an den beiden Stirnseiten geleitet. Ein biegsames Kupferseil, dessen Durchhang durch eine Feder an der Kabeltrommel vermieden wird, bildet die Verbindung zur Lokomotive und wird dort am Einführungsisolator befestigt. Bei einer Mefsfahrt hat also die Lokomotive die Stromabnehmer stets niedergelegt. Die Stromabnahme vom Fahrdraht erfolgt also durch die Stromabnehmer des Mefswagens, und der Lokomotive wird der zuvor gemessene und aufgezeichnete Strom über die Hochspannungsleitung des Wagens zugeführt. Die zur Messung notwendigen Strom- und Spannungswandler sind im Hochspannungsraum an die Hochspannungsleitung angeschlossen. Ihre Sekundärleitungen führen zu den Instrumenten auf einer Schalttafel im Mefsraum des Wagens. Auf der zur Aufzeichnung der Hochspannungsleistung dienenden Tafel sind angeordnet:

1 selbstaufzeichnender Spannungsmesser,
1 » » Strommesser,
1 » » Leistungsmesser,
1 selbstaufzeichnendes Mefsinstrument; für den Leistungsfaktor:
1 Zähler,
1 Zungenfrequenzmesser.

Ferner sind Anschlufsklemmen für Präzisionsinstrumente vorgesehen, die einmal noch genauere Ablesungen gestatten, andererseits die Möglichkeit einer Kontrolle der aufzeichnenden Instrumente ergeben. Der gröfste mefsbare Leistungsbereich beträgt 4000 kW (16000 Volt und 250 Amp.).

Abb. 4. Innenansicht des Mefswagens.



Über den Verbleib der so gemessenen aufgenommenen Leistung in der Lokomotive selbst geben die übrigen Instrumente im Mefsraum Aufschlufs, die auf einer der Hochspannungstafel gegenüberliegenden Schaltanlage für den Fahrmotorstromkreis zusammengestellt und für die Nebenstromkreise ebenfalls gemeinsam auf einer dritten Tafel an der Längswand angeordnet sind Für diese Mefsinstrumente werden die erforderlichen Strom- und Spannungswandler jeweils in die einzelnen Stromkreise eingebaut, ihre Sekundärleitungen werden zusammengefafst in drei mit Leder umnähte Verbindungskabel zu je drei der an beiden Stirnseiten befindlichen Steckdosen geführt.

Von den Steckdosen führen die in Rohr verlegten Mefsleitungen zu den Tafeln für den Fahrmotor und für die Hilfsstromverbraucher. Die Instrumente auf diesen Tafeln sind also nach Einbau der Wandler und nach Anschlufs der Kabelsteckkupplung mefsbereit. Im Stromkreis der Fahrmotoren werden ebenso wie im Hochspannungskreis alle in Betracht kommenden Werte selbsttätig aufgezeichnet. Die verwendeten aufzeichnenden Instrumente sind dynamometrische, eisengeschlossene Instrumente, die die Vorgänge mit Tinte in rechtwinkeligem Koordinatensystem aufzeichnen. Geliefert wurden sie wie auch die gesamte übrige elektrische Mefseinrichtung, einschliefslich der 19 Mefswandler und einer gröfseren Anzahl von Präzisionsinstrumenten, von der Firma Siemens & Halske A.-G.

Der Papiervorschub erfolgt entweder durch einen kleinen Motor oder durch eine von der Wagenachse aus angetriebenen

Welle, so dafs die Mefsergebnisse je nach Bedarf über der Zeit oder der Weglinie dargestellt erscheinen. Der ablaufende Streifen wird selbsttätig mit einer Zeit- und Ortsmarkierung versehen. Die Zeitmarkierung erfolgt in Abständen von 10 Sekunden durch eine Kontaktuhr, die Wegmarkierung ebenfalls auf elektrischem Wege jeweils nach Ablauf eines Kilometers. Wird so der Leistungsverbrauch des Fahrmotors, der Lüfter, des Kompressors, für die Heizung, für die Beleuchtung und an den anderen Verbrauchsstellen gemessen, so ist für die Feststellung der abgegebenen Leistung, die Nutzleistung der Lokomotive, die in der Überwindung eines gewissen Zugwiderstandes auf einer gegebenen Strecke besteht, die Messung von Zugkraft und Geschwindigkeit erforderlich. Für die Bestimmung der ersteren ist die unter dem ganzen Wagen verlaufende Zugstange unterteilt und eine doppelte Mefsdose dazwischen geschaltet, deren beide Hälften gleichzeitig betätigt werden, jedoch für verschiedene Mefsbereiche eingerichtet sind. Der kleinere Mefsbereich beträgt 9, der gröfsere 35 Tonnen. Im übrigen ist die Einrichtung der Mefsdosen grundsätzlich die gleiche. Sie bestehen im wesentlichen aus einem, mit Glyzerin gefüllten Zylinder. Beim Auftreten einer Zugkraft am Kupplungshaken des Wagens strömt unter dem Druck eines Kolbens, der auf eine Membran wirkt, Glyzerin durch druckfeste Kupferrohre in die Manometer. An diesen Manometern, die am Mefstisch in der Mitte des Mefsraumes angebracht sind, kann die jeweils auftretende Zugkraft unmittelbar abgelesen werden. Zwei weitere Manometerrohre tragen ein Schreibwerk, so dafs eine fortlaufende Aufzeichnung der Zugkräfte auf dem Mefstisch möglich ist. Der Papiervorschub erfolgt durch eine Welle, die von der Wagenachse über ein Schneckenvorgelege angetrieben wird, also in Abhängigkeit von dem zurückgelegten Weg. Die Zugkraftmefseinrichtung wurde von der Firma Schäffer & Budenberg hergestellt.

Zur Messung der Geschwindigkeit dient ein unmittelbar zeigender und ein aufzeichnender Geschwindigkeitsmesser, die beide von den Deuta-Werken nach dem von ihnen angewandten Wirbelstromprinzip gebaut sind. Neben diesen fest eingebauten Mefsapparaten wird noch eine gröfsere Reihe ortsbeweglicher Einrichtungen mitgeführt, die teils für die Messungen selbst, teils für die Auswertung ihrer Ergebnisse dienen. Darunter sei eine Temperaturmefseinrichtung der Firma Hartmann & Braun zur Messung der Erwärmung an den Motoren erwähnt.

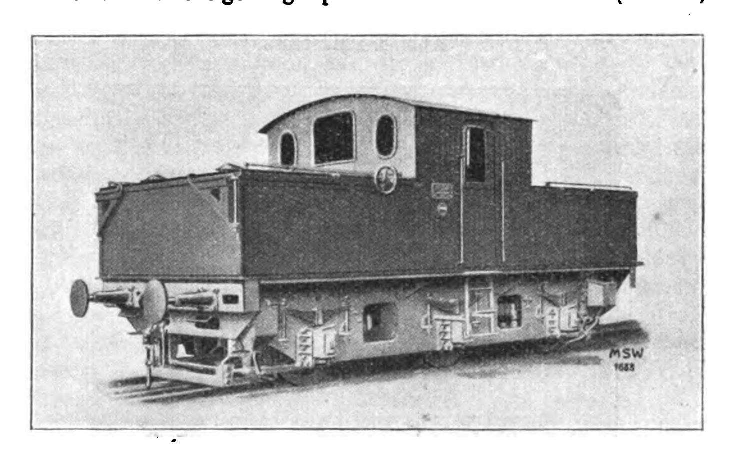
Der Mefswagen selbst ist aus dem Speise- und Küchenwagen eines ehemaligen Hofzuges hergerichtet und besitzt 2 dreiachsige Drehgestelle. Zwei Fünftel des Wagens etwa nimmt der Mefsraum ein, während der übrige Teil einen Arbeitsraum, Wohn- und Schlafabteile enthält. Zum Transport der Mefswandler und der notwendigen Kabel wird ein weiterer dreiachsiger Wagen, ein ehemaliger Gepäckwagen, der durch Faltenbalg und Übergangsbrücken mit dem Mefswagen verbunden werden kann, als Mefsgerätewagen mitgeführt. Aufser einer gut eingerichteten Werkstatt enthält er einen gröfseren Raum zur Aufstellung eines Oszillographen mit 16 durchgehenden Mefsleitungen und eine Dunkelkammer zum Entwickeln der oszillographischen Aufnahmen. Eine Batterie für 110 Volt und ein Lademaschinensatz hierfür gewährleisten völlige Unabhängigkeit von fremden Stromquellen. Beim Ausbau dieses Wagens gewährten die Bergmann-Elektrizitätswerke, die Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft sowie die Gesellschaft für elektrische Zugbeleuchtung ihre Unterstützung.

### Elektrische Lokomotiven für Industriebahnen.

Schneller als auf den Hauptstrecken der Reichsbahn hat sich die Zugförderung mit elektrischen Lokomotiven auf den Anschlufsgleisen der industriellen Unternehmungen und Hafenbahnen durchgesetzt. Da für diese Bahnen bei geringen Leistungen lediglich Gleichstrom in Frage kommt, hat sich auch schnell ein einheitlicher Lokomotivtyp herausgebildet.

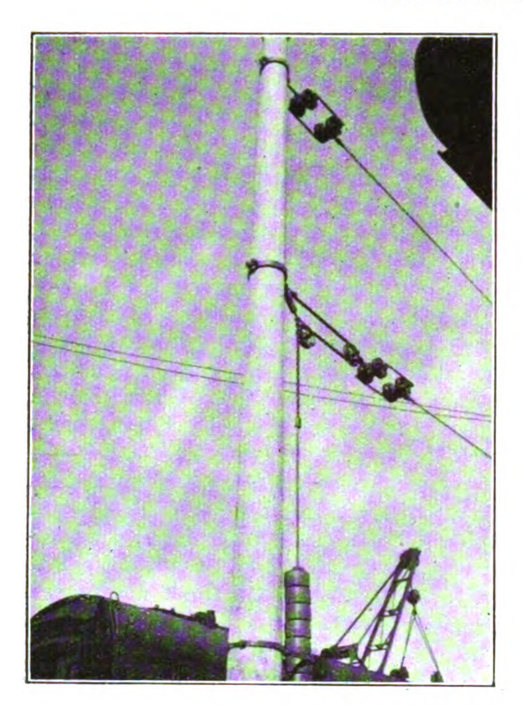
Bevor auf die einzelnen Lokomotiven, die auf der Ausstellung gezeigt wurden, eingegangen wird, seien kurz die Vorteile beleuchtet, die der elektrische Betrieb gegenüber dem Betrieb mit Dampf- oder Öllokomotiven hat. Der Verschiebedienst auf den Anschlufsgleisen vollzieht sich in unregelmäfsigen Zeitabständen, die teils bestimmt werden durch die Abfertigung der Züge auf den Hauptstrecken, teils durch den Gang der Fertigung im angeschlossenen Werk, durch Ein- und Auslaufen der Schiffe im Hafengebiet. Erstes Erfordernis für diesen Dienst ist daher zunächst ständige Betriebsbereitschaft. Das bedeutet bei der Dampflokomotive fortlaufende Unterhaltung des Feuers und damit einen ständigen Verbrauch an Brennstoff, um die Lokomotive jederzeit verfügbar zu halten. Diese Forderung erfüllt jedoch die elektrische Lokomotive in vollkommenster Weise. Daneben hat sie den Vorteil einfacherer Bedienungsweise und schliefslich noch den der geringeren Unterhaltungskosten. Werden Vorratsstücke für die Akkumulatoren und die Triebmotoren in ausreichender Menge bereitgehalten, so wird bei eingetretenem Schaden die Wiederherstellung meist in wenigen Tagen durchführbar sein und die Lokomotive alsbald ihrem Dienste wieder zugeführt werden können. Lokomotiven mit Verbrennungsmotoren teilen mit den elektrischen den Vorteil dauernder Betriebsbereitschaft ohne Energieverbrauch im Stillstand. Dieser Vorzug wird aber durch die Feuergefährlichkeit des Betriebsstoffes, durch das Geräusch beim Lauf des Motors, durch den Geruch der Abgase verringert.

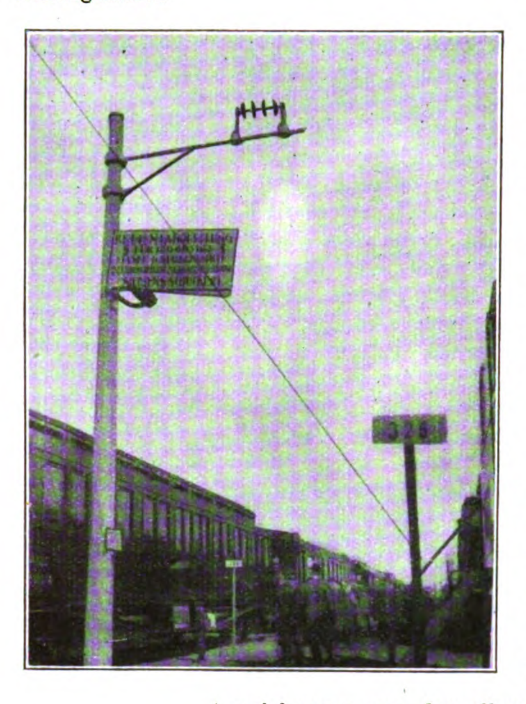
Abb. 5. Dreiachsige Regelspur-Akkumulatorlokomotive (M. S.W.).




Die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft zeigte eine dreiachsige Regelspurlokomotive für gemischten Betrieb auf Strecken mit und ohne Oberleitung. Für den Dienst auf Hüttenwerken, Verschiebebahnhöfen und Hafenanlagen bestimmt, kann sie über einen Stromabnehmer die Energie einer Oberleitung oder einer Akkumulatorenbatterie entnehmen. Der Bau einer Oberleitung wird nur dann lohnend, wenn die Strecke viel befahren wird und gröfsere Entfernungen zurückzulegen sind. Andererseits wird bei verzweigten Weichenanlagen, an Ladegleisen, Kranen, Brücken die Errichtung einer solchen oft unmöglich sein. In diesen Fällen soll die Akkumulatorenbatterie als Energiequelle dienen. Bei Benutzung der Oberleitung mufs allerdings die Batterie als tote Last mitgeführt werden. Von den drei Achsen werden die beiden äufseren durch je einen Motor angetrieben, während die mittlere mit den äufseren durch Kuppelstangen verbunden ist. Im übrigen gleicht die elektrische Einrichtung der auch sonst bei Gleichstromtriebfahrzeugen üblichen. Die eingebaute Motorleistung beträgt 165 kW und gestattet eine Zugkraft von 3650 kg am Radumfang. Die Geschwindigkeit, die bei Batteriefahrt 8,3 km/Std. beträgt, erreicht bei Benutzung der Oberleitung fast den doppelten

Abb. 6 und 7. Leitungsmaste.





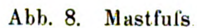
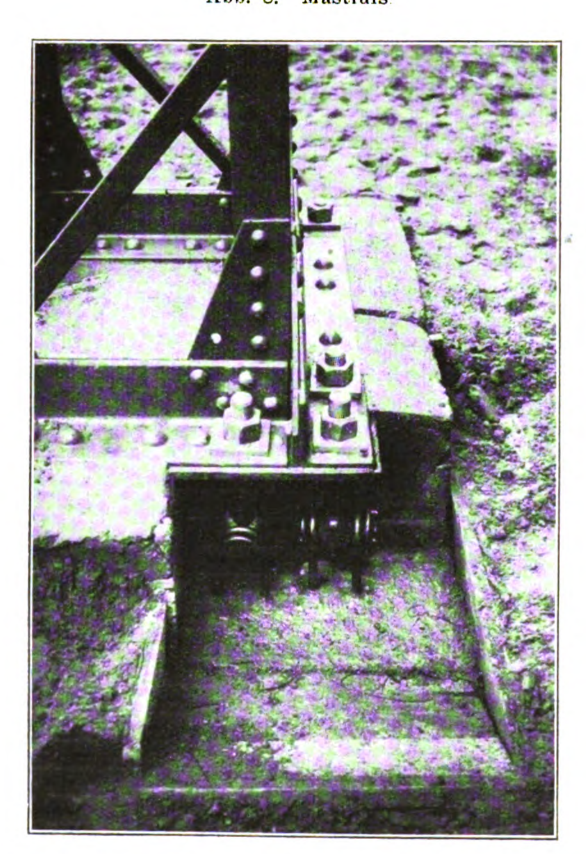


Abb. 8. Mastfuſs



Wert. Die Kapazität der Batterie, die aus 160 Zellen besteht, beträgt 262 Amp-Std. bei einstündiger, 345 Amp-Std. bei zweistündiger, 405 Amp-Std. bei dreistündiger Entladung, ihre Entladespannung im Mittel 288 Volt. Eine ebenfalls dreiachsige Verschiebelokomotive hatten die Maffei-Schwartzkopfwerke ausgestellt, die jedoch nur für Akkumulatorenbetrieb bestimmt ist (Abb. 5). Auch bei dieser Lokomotive werden nur die beiden äuſseren Achsen durch je einen Motor von 55 kW Leistung angetrieben, ohne daſs das Drehmoment auf die Mittelachse übertragen wird. Die Motoren, deren Anker in Rollen gelagert sind, sind nach Art der Straſsenbahnmotoren aufgehängt. Der Fahrschalter gestattet Reihen- und Parallelschaltung der Motoren und hat magnetische Funkenlöschung. Gegen Überlastung sind die Motoren und die Batterie durch selbsttätige Ausschalter geschützt. Die Zugkraft der Lokomotive erreicht mit 3400 kg, am Radumfang gemessen, die Geschwindigkeit mit 20 km/Std. ihren Höchstwert. Die Batterie, von der Akkumulatoren-A.-G. Berlin geliefert, hat 84 Zellen mit 555 Amp-Std. bei einstündiger Entladezeit. Eine zweiachsige Regelspur-Akkumulatorenlokomotive, die die Siemens-Schuckert-Werke elektrisch ausgerüstet haben und deren mechanischer Teil vom Eisenwerk Gustav Trelenberg-Breslau erbaut ist, dient gleichen Zwecken wie die beiden vorgenannten Lokomotiven bei allerdings geringerer Leistungsfähigkeit der Motoren. Die Stundenleistung der beiden Tatzenlagermotoren beträgt 13 kW. Die Batterie, die aus 80 Zellen besteht, hat eine Kapazität von 222 Amp-Std. bei einstündiger Entladezeit. Die ausgestellten Abraum- und Grubenlokomotiven zeigten nur geringe Abweichungen von der allgemein üblich gewordenen Bauart. In gedrängter Form aufgebaut, die das Profil des Baggerportals beziehungsweise das Grubenprofil bedingt, war die Ausrüstung der einzelnen Lokomotiven sowohl elektrisch wie auch mechanisch fast gleichartig ausgebildet. Eine interessante Anordnung zeigte die Akkumulatoren-Aktiengesellschaft-Berlin bei einer vierachsigen Akkumulatorenlokomotive für Schmalspur mit Schneckenantrieb und abrollbarer Batterie. Zwischen zwei zweiachsigen Fahrgestellen, die die Akkumulatoren tragen, hängt in einem besonderen gut abgefederten Glied der Antriebsmotor, das auſserdem Führersitz, Fahrschalter und Bremse trägt. Die Ankerwelle des Motors ist nach beiden Seiten durch Kardanwellen verlängert und überträgt damit über je ein Schneckenvorgelege das Drehmoment auf die vier Achsen der Fahrgestelle; durch biegsame Kabel sind Batterie und Motor verbunden. Die Batterien von je 30 Zellen sind in eiserne Behälter eingebaut. Diese sind nicht fest mit dem Untergestell verbunden, sondern ruhen auf einem Walzensystem, mit welchem sie seitlich auf einen ebenfalls mit Walzen ausgerüsteten Ladetisch neben dem Gleis abgerollt werden können. Auf diese Weise vollzieht sich der Austausch einer Batterie in kürzester Zeit. Da das ganze Gewicht der Lokomotive auf eine groſse Länge verteilt ist, kommt man mit verhältnismäſsig leichten Schienen aus. Auch der Untergrund braucht nicht besonders fest zu sein, wie das auf frisch aufgeschüttetem Boden bei Bauten oder auf Moorboden der Fall ist. Trotz der verhältnismäſsig groſsen Baulänge ist bei dem dreiteiligen Zusammenbau die Lokomotive in der Lage, Krümmungen mit 10 m Halbmesser mit voller Geschwindigkeit zu durchlaufen. Der Motor hat eine Dauerleistung von 23 kW bei 110 Volt Batteriespannung, die Batterieleistung beträgt 36 kW-Std. bei dreistündiger Entladung.

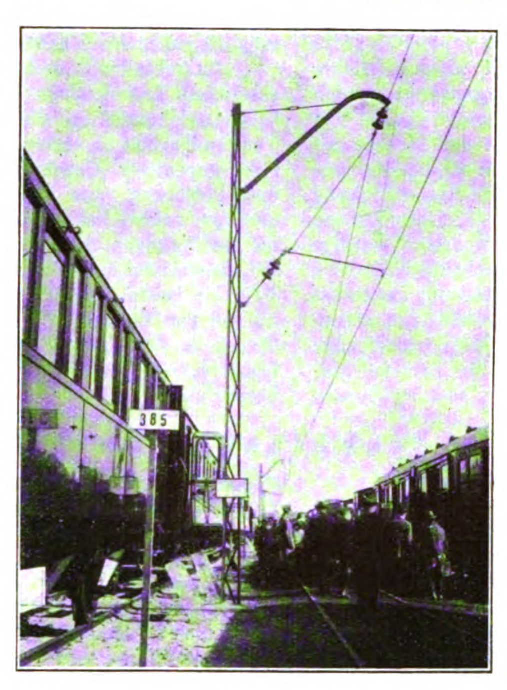
**Streckenausrüstung.**

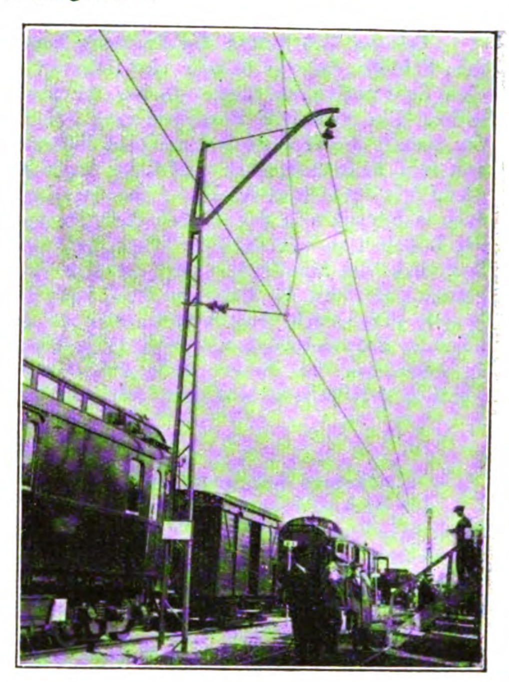
Um ein möglichst vollständiges Bild von den Erfordernissen des elektrischen Vollbahnbetriebs zu geben, wurde seitens der Siemens-Schuckert-Werke ein Teil einer Streckenausrüstung für den Betrieb mit Einphasen-Wechselstrom gezeigt. Auf 5 Masten



war ein Stück der Fahrleitung für 15000 Volt Betriebsspannung verlegt worden. Mit fest verankertem Tragseil und mit einem mit selbsttätiger Gewichtsnachspannung versehenem Fahrdraht stellte sie eine Ausführungsform dar, wie sie von der Deutschen Reichsbahn in Gemeinschaft mit den Lieferwerken als Einheitsfahrleitung entwickelt worden ist. Die Ausrüstungsteile waren für den Ausbau des bayerischen Netzes bestimmt und waren seitens der Reichsbahndirektion München für die Ausstellung zur Verfügung gestellt worden. War das Kettenwerk der Fahrleitung einheitlich durchgebildet, so waren absichtlich für die 5 aufgestellten Trag- und Abspannmaste ebensoviel verschiedene Ausführungsarten gewählt. Die Abspannung erfolgte einerseits an einem Schleuderbetonmast, Kettenfahrleitung für Vollbahnbetrieb (Abb. 6), der auch die Nachspannvorrichtung für den Fahrdraht trug, andererseits an einem Winkeleisenaufsetzmast üblicher Bauart, den eine neuartige Ankerkonstruktion mit seinem Fundament verband (Abb. 8). Die Möglichkeit, dieses aufgestellte Leitungsstück von dem übrigen Netz elektrisch zu trennen, war durch einen Mastschalter auf der Spitze dieses Eisenmastes gegeben. Der erste der drei zwischen den Abspannmasten in einer Entfernung von 75 m voneinander aufgestellten Stützpunkte war gleichfalls ein Schleuderbetonmast mit einem Ausleger aus gleichem Material, der im Gegensatz zu anderen Konstruktionen durch seine gefällige Form auffiel (Abb. 7). Das Tragseil war auf Glockenisolatoren, die wagrecht auf stehendem Bock angeordnet waren, verlegt, der Fahrdraht selbst durch seitliche Festlegung gehalten. Schleuderbetonmaste sind beim Streckenausbau bisher nur versuchsweise zur Anwendung gekommen. Dem Vorteil der geringeren Unterhaltungskosten durch Fortfall der Anstricharbeiten bei etwa gleichem Beschaffungspreis wie für Eisenmaste steht der Nachteil der weniger guten Streckenübersicht gegenüber. Im Gegensatz zu den Stampfbetonmasten ist eine Herstellung der Schleuderbetonmaste am Ort der Verwendung ausgeschlossen, dafür ist ihre Festigkeit aber eine gröfsere. Der Nachteil der Beeinträchtigung des Streckenbildes durch den Betonmast trat deutlich hervor im Vergleich mit dem zweiten Stützpunkt, den ein Jugo-Streckmast (Abb. 9) bildete und der infolge seiner durchsichtigen Konstruktion fast freien Blick gewährte. Der Jugo-Streckmast wird nach besonderem Verfahren aus einem Doppel-I-Breitflanschprofil ohne jede Nietung hergestellt. Eine Reihe solcher Masten hat auf den schlesischen Strecken als Zwischenmaste für die seitliche Festlegung bereits Verwendung gefunden. Die Einfachheit der Herstellung ergibt geringere Kosten gegenüber genieteten Eisenmasten. Als zweiter Stützpunkt des ausgestellten Fahrleitungsstückes trug er am Schrägseil von der Spitze des Auslegers zum Mast Tragseil und seitliche Stützstrebe an Hängeisolatoren. Beim 3. Stützpunkt waren an einem gewöhnlich genieteten U-Eisenmast (Abb. 10) zwei starr miteinander verbundene Hängeisolatoren zur Lagerung des Tragseils und Festlegung der Stützstrebe verwendet.

Abb. 9 und 10. Leitungsmaste.



# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

## Lokomotiven und Wagen.

### Die russische E-Heifsdampfgüterzuglokomotive.

Über diese Lokomotiven, von denen in den Jahren 1921/22 1200 Stück in Deutschland und Schweden, 148 in Rufsland selbst gebaut wurden (während von den in Rufsland aus früheren, bis zum Jahre 1912 zurückreichenden Lieferungen 1106 Stück schon vorhanden waren), hat Professor Lomonossoff, der russische Bevollmächtigte für Eisenbahnbestellungen im Ausland, ein umfangreiches Werk in russischer Sprache herausgegeben.

Es enthält nach einem geschichtlichen Rückblick über die früheren Beschaffungen eine eingehende Beschreibung der konstruktiven Durchbildung der Lokomotiven und bringt dann weitgehendes Interesse bietende Ausführungen über die mit der Lokomotive in den Jahren 1915/16 angestellten eingehenden grundlegenden Versuche: ihre Vorbereitung, die angewandten Mefsverfahren und die Durchführung unter Vergleich von Lokomotiven verschiedener Bauart. Aufserdem ist auch über die Abnahmeversuche berichtet, denen die vom Ausland gelieferten Lokomotiven 1921/22 auf einer Strecke mit einer 21 km langen Steilrampe unterzogen wurden und die eine völlig befriedigende Ausführung der Lokomotiven ergaben. Bauart sowie das wesentlichste der Versuche ist in dieser Zeitschrift schon an verschiedenen Stellen behandelt worden*). Bemerkt seien daher nur die aus den Versuchen gezogenen Folgerungen, dafs eine zu geringe Beanspruchung des Kessels sehr unwirtschaftlich wirke und der Regler überhaupt geschlossen werden müsse, wenn 1 qm Heizfläche nicht mit wenigstens 30 kg Dampfentnahme belastet werden kann, dafs für die Eisenbahnverwaltung die Wirtschaftlichkeit einer Lokomotive durch die Kosten eines tkm beförderten Zuggewichtes zu messen sei und endlich, dafs der Dampfbetrieb wegen des in einem besonderen Kessel vor sich gehenden Verbrennungsvorgangs überhaupt zu beanstanden sei und zur Thermolokomotive übergegangen werden müsse. Über die Versuchsbauarten, die Lomonossoff hierfür geschaffen, haben wir an anderer Stelle berichtet.

Wichtig erscheinen die Ergebnisse, zu denen Lomonossoff bei der Gesamtbeurteilung der E-Maschine kommt.

Die E-Maschinen diesen Typs zeichnen sich durch geringste Empfindlichkeit gegenüber der Geschwindigkeit aus. Sie arbeiten bei grofsen Geschwindigkeiten ebenso wirtschaftlich, wie bei geringeren.

*) Jahrgang 1922 Seite 329; 1923 Seite 59; 1924 Seite 166.

Der thermische Wirkungsgrad der älteren E-Lokomotiven kann bis zu 6%, der in Schweden und Deutschland gebauten zu etwa 8% berechnet werden. Der letztere Wert bedeutet eine sehr befriedigende Wärmeausnützung. Durch gleichzeitige Anwendung der Verbundwirkung, Speisewasservorwärmung und einer sehr hohen Überhitzung könnte der Wert noch weiter erhöht werden.

Bei der Erörterung der Zugkraft kommt Lomonossoff zu dem Schluſs, daſs je billiger ein Heizstoff und je wirtschaftlicher eine Lokomotive ist, desto stärker ihr Kessel angestrengt werden sollte. Die günstigste Beanspruchung hängt also nicht sowohl von der Bauart der Lokomotive und den Eigenschaften der Strecke als von rein kaufmännischen und dabei veränderlichen Einflüssen, wie dem Preis des Heizstoffes ab. Auſserdem kann diese Beanspruchung auch abhängen von den Kosten der Tilgung und der Unterhaltung der Lokomotive, die auf dem Wege der Statistik bestimmt werden. Bezüglich des Einflusses der grössten Verkehrsdichtigkeit wird gesagt, daſs, falls die Bahn an der Grenze ihrer Leistung angelangt ist, die Frage nach den Heizstoffkosten an zweite Stelle tritt gegenüber der Notwendigkeit, um jeden Preis die auftretende Gütermenge zu befördern. In diesem Falle muſs entweder die Strecke hinsichtlich der Betriebsverhältnisse verbessert werden, oder es müssen neue Lokomotiven beschafft oder alte mehr ausgenützt werden Wenn Blockstationen oder Ausweichstellen eingerichtet werden können, so ist dies die beste Lösung. Wenn es sich aber um Vorstreckung zweiter Gleise handelt, so muſs man genau rechnen, bevor man so hohe Aufwendungen macht. In diesem Falle muſs man zunächst aus den Lokomotiven herauszuholen suchen, was irgend möglich, sei es durch Erhöhung der Belastung oder der Geschwindigkeit.

Im Schluſswort seiner Vergleiche der E-Lokomotive mit anderen russischen Lokomotiven stellt Lomonossoff fest, daſs von allen Güterzuglokomotiven die Bauart E hinsichtlich ihrer allgemeinen Verwendbarkeit an erster Stelle steht. Sie ist am wenigsten empfindlich gegenüber Geschwindigkeit, Streckenverhältnissen, Heizstoff und Belastung. Sie mag in manchen Sonderfällen anderen Lokomotiven nachstehen, aber im allgemeinen paſst sie am besten für die Bedingungen des russischen Güterdienstes. Die Bestellung der E-Lokomotiven in groſsem Maſsstab im Ausland war daher berechtigt. Daſs die Bestellung in einem solchen Ausmaſs erfolgte, wie es noch nie bei der Vergebung von Lokomotiven der Fall war, hatte seinen Grund in dem Bestreben, den s. Z. gänzlich im argen liegenden Güterverkehr auf den russischen Bahnen sobald als möglich wieder herzustellen. Dr. S.

## Betrieb in technischer Beziehung.

### Einmännige Bedienung bei elektrischen Lokomotiven.

Die Voraussetzungen, die die Anwesenheit eines zweiten Mannes zur Bedienung der Dampflokomotive notwendig machen, fallen bei den elektrischen Lokomotiven weg. Es bleibt nur die Forderung bestehen, daſs der Zug mit Sicherheit zum Stillstand gebracht werden kann, wenn der Lokomotivführer plötzlich dienstunfähig wird. Nach Ausführungen von Regierungsbaurat Heinemann in der Zeitung des V. d. E. haben Versuche mit elektrischen Lokomotiven, selbsttätig den Strom abzuschalten und die Bremse anzuziehen, sobald der Führer nicht mehr regelmäſsig schaltet, ebensowenig befriedigt, wie Versuche mit Lokomotiven mit Übergangsbrücken, die ein Eingreifen des Zugführers vom Packwagen her ermöglichten. Die Überlegungen führten schlieſslich dazu, dem Zugführer seinen Platz auf der elektrischen Lokomotive zuzuweisen und im übrigen allein fahrende Lokomotiven mit nur einem Manne zu besetzen. Nach erfolgreichen Versuchen der Direktion Karlsruhe auf der Wiesentalbahn und nach Änderung und Ergänzung der grundlegenden Bestimmungen der Betriebsordnung und der Fahrdienstvorschriften durch den Erlaſs der Hauptverwaltung der deutschen Reichsbahn vom 9. Februar 1924 war dieser neuen, einmännigen Bedienung der elektrischen Lokomotiven der Weg frei und sie wurde im Laufe des Jahres 1924 in den Bezirken Halle und Breslau für Güterzüge eingeführt. Von der Ausdehnung auf Personen- und Schnellzüge wurde der schwierigeren Verhältnisse wegen noch abgesehen. Der Zugführer hat in einer einfachen Prüfung nachzuweisen, daſs er die zum Stillsetzen der Lokomotive notwendigen Handgriffe beherrscht. Diese sind zudem zur Unterstützung des Gedächtnisses klar und übersichtlich im Führerstand bildlich dargestellt. Natürlich waren anfangs Widerstände persönlicher Natur bei Lokomotiv- und Zugführern zu überwinden. Jedoch zeigt schon die Ersparnis von 60 Mann — entsprechend etwa 100 000 ℳ/Jahr — bei dem verhältnismäſsig kleinen Bereich des derzeitigen elektrischen Betriebes, welche wirtschaftlichen Vorteile sich durch die Neuerung der Einmannbesetzung erreichen lassen. Sch.

## Bücherbesprechungen.

### Ein neues amtliches Organ der Reichsbahn.

Die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft in Berlin gibt als amtliches Organ für ihre Verfügungen und für sonstige Mitteilungen das Blatt „Die Reichsbahn" heraus. Es erscheint wöchentlich einmal und kann vom 1. Februar an durch die Post zum Preise von ℳ 1,20 monatlich bezogen werden. Die Schriftleitung befindet sich: Berlin W 66, Voſsstraſse 35, der Verlag (Guido Hackebeil A.-G.) Berlin S 14, Stallschreiberstraſse 34/35.

---

**Richtlinien für den Einkauf und die Prüfung von Schmiermitteln.** Herausgegeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute, Gemeinschaftsstelle Schmiermittel, und dem Deutschen Verband für die Materialprüfung der Technik (Ausschuſs IX). 4. erweiterte Auflage. Oktavformat, 81 Seiten mit 7 Abbildungen und vielen Zahlentafeln. Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Schlieſsfach 664. In Ganzleinen gebunden ℳ 4.—.

Die Schrift ist aufgestellt und herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute, Gemeinschaftsstelle Schmiermittel, und dem Deutschen Verband für die Materialprüfung der Technik. Sie ist geeignet, sowohl dem Vorteil des Verbrauches, wie dem des Lieferers zu dienen.

In einem einleitenden Abschnitt ist in allgemeinverständlicher Weise ein umfassendes Bild der Herkunft der Öle und ihrer Kennzeichnung gegeben.

Im zweiten Abschnitt sind die Öle und Fette nach den einzelnen Verwendungszwecken unter Angabe der geforderten Eigenschaften und der notwendigen oder erwünschten Untersuchungsarten zusammengestellt. Es wurde so eine förmliche Normung von 39 Schmiermitteln erzielt, die dem Verbraucher die Wahl des jeweils geeignetsten Öles oder Fettes ermöglicht und dem Lieferer die Ansprüche der Betriebe in bestimmten Zahlenwerten bekannt gibt.

Der dritte Abschnitt behandelt eingehend die verschiedenen Prüfungsverfahren unter Feststellung der erzielbaren Meſsgenauigkeit. Wertvoll sind die Angaben der zuzubilligenden Toleranzen und der überhaupt vorkommenden praktischen Grenzwerte.

Das beigefügte Verzeichnis der Mitglieder der engeren Ausschüsse gibt die Gewähr, daſs die Richtlinien die letzten Erkenntnisse des Chemikers, des Ingenieurs und des Kaufmanns wiedergeben. Ko.

**Steuerungen für Dampflokomotiven.** Lehrblatt, herausgegeben von der Hanomag, Hannover-Linden.

In übersichtlicher Darstellung gibt das Lehrblatt auf vier Seiten einen kurzen Überblick über die z. Zt. für den Lokomotivbau hauptsächlich in Betracht kommenden Steuerungsarten. Nach verschiedenen einleitenden Angaben über das Wesen der Dampfverteilung im allgemeinen sowie einigen wertvollen Winken für den Entwurf werden die Steuerungen von Stephenson, Allan-Trick, Gooch-Heusinger-Walschaert, Baker, Heusinger-Joy, Young und Joyje unter Beigabe von zeichnerischen Beispielen und Schieber, diagrammen kritisch besprochen. Entsprechend dem Charakter als Lehrblatt wird überall auf die einschlägige Literatur hingewiesen. Die Firma hat das Blatt wohl in erster Linie für den Gebrauch in ihrem technischen Büro bestimmt, es kann aber unbedenklich jedem Fachmann als kurzer Anhalt dienen und wird sich vornehmlich für den Gebrauch auf technischen Schulen eignen. R. D.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.



## Abb. 1—8. Zum Aufsatz: Rechenbach: Die elektrischen Lokomotiven, Meßwa

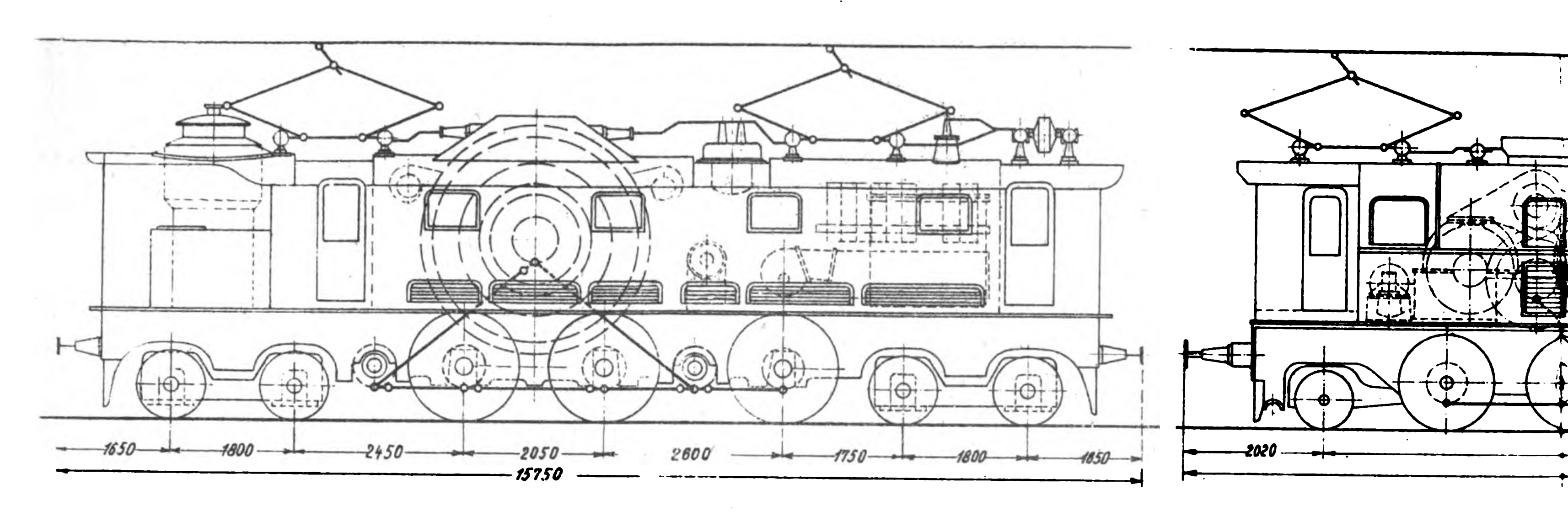



Abb. 1. 2C2 Schnellzuglokomotive.

Abb. 2. 1C1

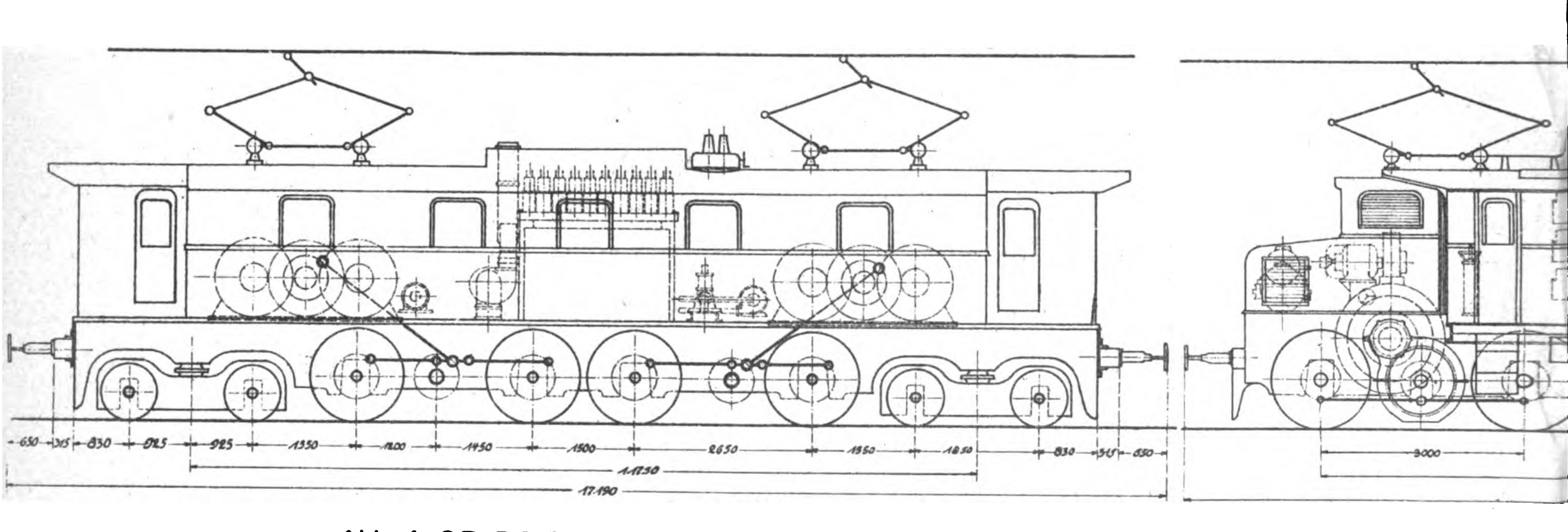



Abb. 4. 2B-B2 Personenzuglokomotive.

Abb. 5. B-B

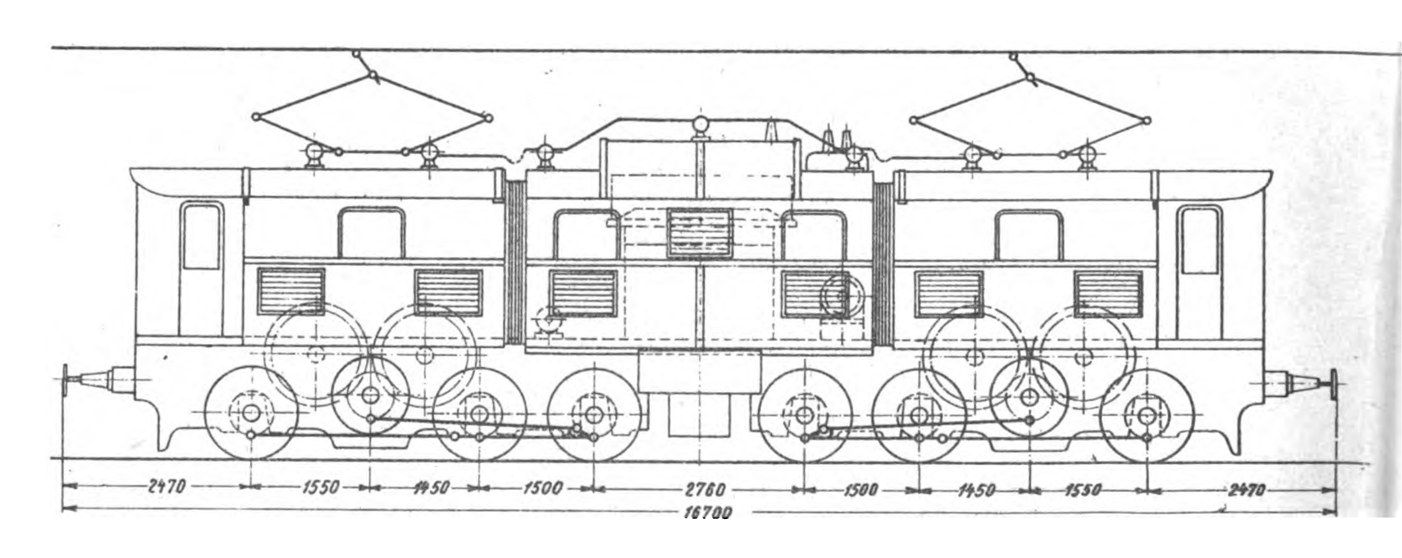
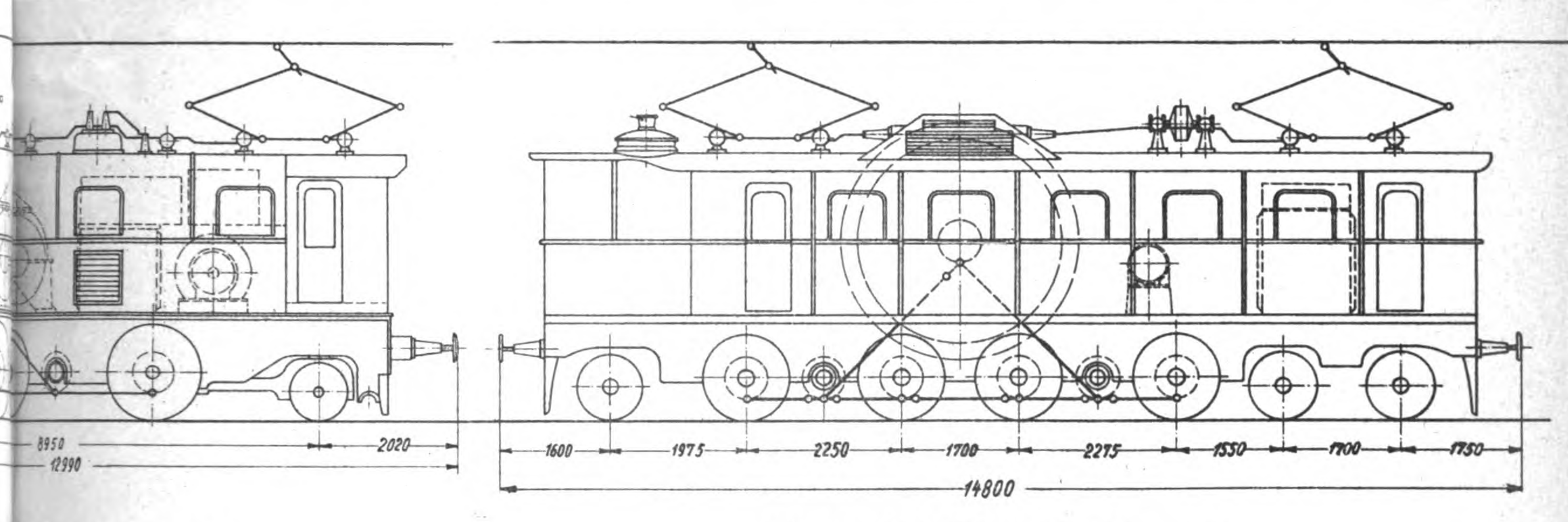


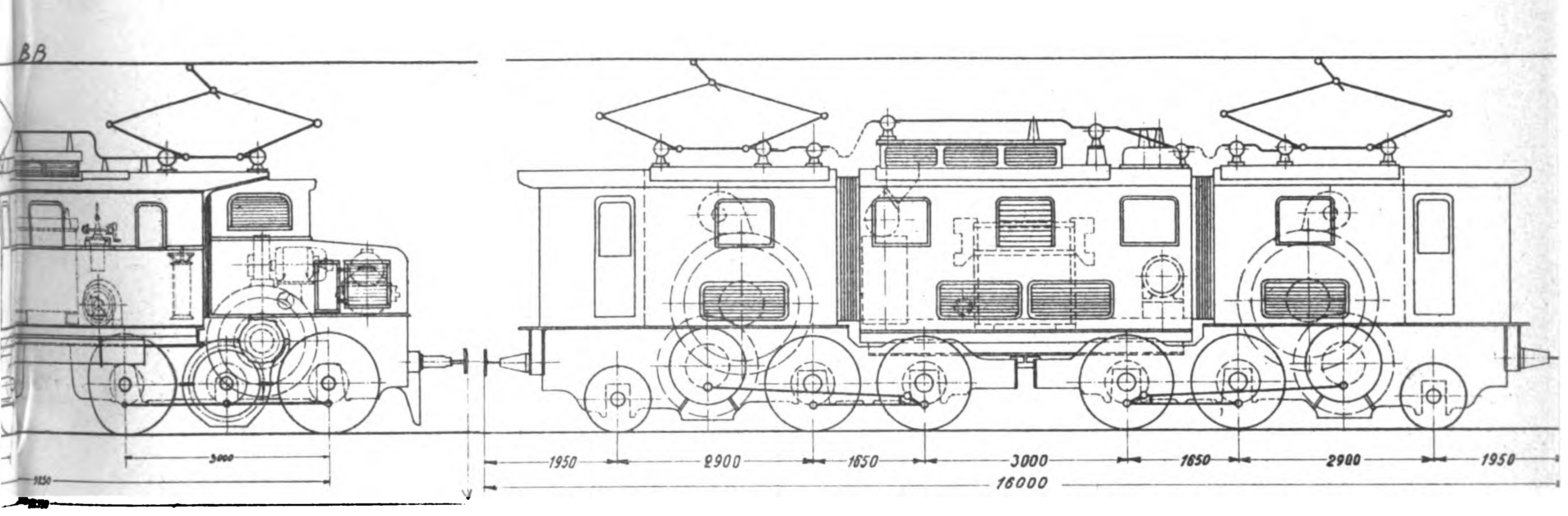

Abb. 7. C-C Güterzuglokomotive.

**…n und Streckenausrüstungen auf der eisenbahntechnischen Ausstellung in Seddin.**



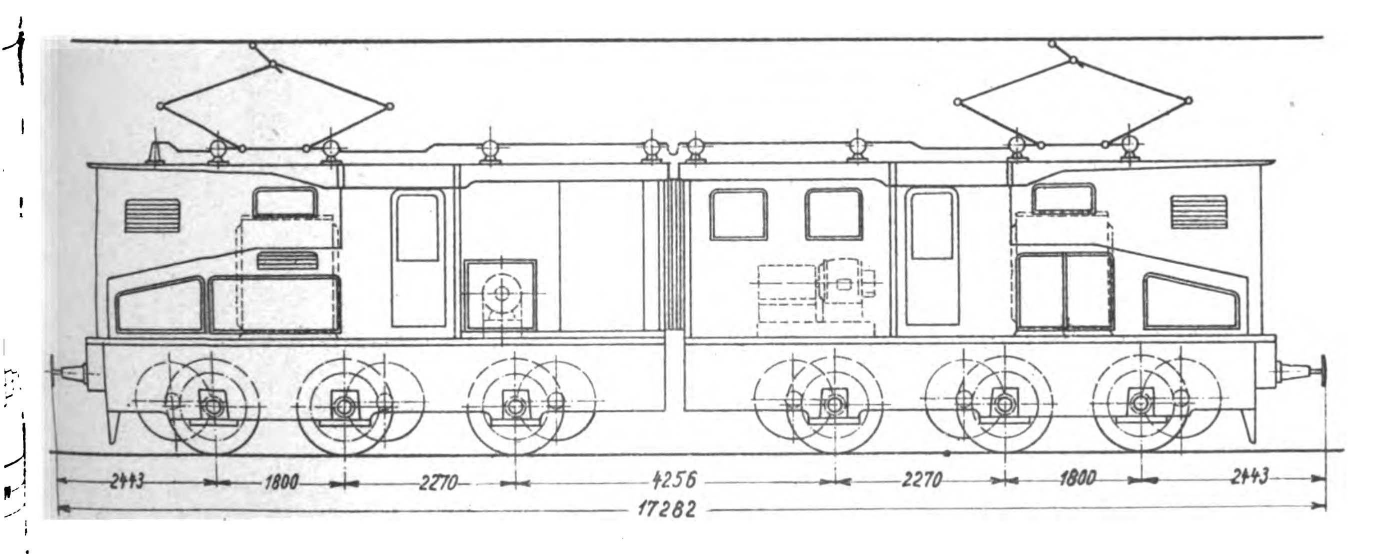

…ersonenzuglokomotive.

Abb. 3. 2D1 Personenzuglokomotive.




…rsonenzuglokomotive.

**Abb. 6. 1B-B1 Güterzuglokomotive.**

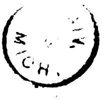



**Maßstab: 1 : 100.**

**Abb. 8. AAA+AAA Güterzuglokomotive.**



C. W. Kreidel's Verlag, M…



# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

**Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen**

**Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

**80. Jahrgang** | **30. März 1925** | **Heft 6**

*Das vorliegende Fachheft*

# Die Eisenbahnbrücke

*will eine möglichst umfassende Darstellung vom gegenwärtigen Stande des Eisenbahnbrückenbaues geben. Berechnung und Ausführung der Eisenbahnbrücken stehen vor neuen Erkenntnissen, neuen Zielen. Das überall auftretende Bestreben, durch Erhöhung der Lokomotivzugkraft und durch Einführung von Großgüterwagen die Wirtschaftlichkeit des Eisenbahnbetriebs zu heben, hat in Deutschland bereits zur Aufstellung neuer Lastenzüge geführt. Diese greifen weit über die Verhältnisse hinaus, die man bisher auf europäischen Bahnen gewöhnt war. Damit wird für viele Brücken die Frage brennend, ob Verstärkung oder Auswechslung am Platze ist. Die Berechnung der Brücken hat aus der Lehre von der Knicksicherheit sowie aus der sorgfältigeren Berücksichtigung dynamischer Beanspruchungen neue, tiefgreifende Anregungen geschöpft. Die Baustoffkunde ist, im wesentlichen ausgehend von den Fortschritten der Metallographie, durch Einführung hochwertiger Stahlsorten bereichert worden. Auch die Meßtechnik, die Normung und zahlreiche Wirtschaftsfragen legten den Wunsch nahe, eingehend Umschau zu halten. Über all diese Fragen findet der Fachmann ausführliche Darlegungen im vorliegenden Hefte. Und da der Brückenbau allmählich in den Bereich geschichtlicher Betrachtung rückt, durfte ein Abriß seiner Entwicklung ebensowenig fehlen wie eine zu Vergleichen anregende Betrachtung über Brückenbauten fremder Länder*).*

***Die Schriftleitung.***

**) Das angeschlagene Stichwort hat eine solche Fülle von Beiträgen gebracht, daß es bei den für den Umfang des Fachheftes gezogenen Grenzen nicht möglich war, sie alle hier unterzubringen. Der Rest des Stoffes muß daher als Ergänzung nachgetragen werden.*

## Zur Entwicklungsgeschichte der Eisenbahnbrücke.

Von Dr. Ing. **K. Schaechterle**, Stuttgart.

Hierzu Tafel 7.

Der Aufschwung der Brückenbaukunst ist eng verknüpft mit den Fortschritten in den Verkehrsmitteln. Mit den Eisenbahnen kommen die Eisenbahnbrücken auf, deren Zahl mit der Umspannung der Erde durch die Schienenwege lawinenartig anschwillt. Für die Überquerung der Flüsse, Ströme und Meeresarme, die Überwindung der Geländeschwierigkeiten im Hügelland und Gebirge werden bereits in der ersten Eisenbahnzeit Kunstbauten erstellt, die heute noch unsere Bewunderung erregen. Die Kreuzung öffentlicher Verkehrswege, die Einführung der Eisenbahnen in die Städte, die Anlage der Bahnhöfe bedingte Über- und Unterführungen, bemerkenswert weniger durch Spannweiten oder -Höhen als durch örtliche Einpassung, räumliche Beschränkung und hohe Kosten.

Die ersten Eisenbahnbrücken Deutschlands standen noch ganz im Zeichen des Hausteinbaus und der Holzkonstruktionen. Man mufste schnell und billig bauen und versuchte zunächst die Wasserläufe und öffentlichen Verkehrswege, ja auch tief eingeschnittene Täler mit Holz zu überbrücken. Die Holzbrücken genügten jedoch den Betriebsansprüchen durch die Lokomotiven nur kurze Zeit. Wo das Holz ungeschützt den Witterungseinflüssen ausgesetzt war, fiel es frühzeitiger Zerstörung anheim. Die Holzteile mufsten nach wenigen Jahren ausgewechselt und durch einen dauerhafteren und festeren Baustoff ersetzt werden.

Im Gegensatz zu den Holztragwerken haben sich die gewölbten Brücken aus der ersten Eisenbahnzeit vorzüglich gehalten. Die meisten dieser Bauten sind noch heute im Betrieb und haben selbst den hochgesteigerten Betriebsanforderungen durch die immer schwerer werdenden Lokomotiven und die gesteigerten Zuggeschwindigkeiten entsprochen. Es sei nur auf den massigen Göltzschtalviadukt bei Mylau in Sachsen hingewiesen, der bei 574 m Länge, 79 m Höhe über der Talsohle und eine Mittelöffnung von 30,5 m Weite aufweist (1846 bis 1851 erbaut). Ferner auf den kühnen Enzviadukt bei Bietigheim mit halbkreisförmigen Bogenstellungen auf nur 1,70 m starken, durch Flachbögen verspannten Pfeilern bei 287 m Gesamtlänge des Bauwerks und 33 m Höhe der Fahrbahn über dem Wasserspiegel (1851 bis 1853). Die alten Wölbbrücken sind bemerkenswert durch die Schönheit der Form, die glückliche Einpassung in das Landschaftsbild, die Güte und Beständigkeit der verwendeten Baustoffe, die sorgfältige Verarbeitung des Quadermauerwerks der Pfeiler, Gewölbe, Spannbögen und die kunstvolle Behandlung der Sichtflächen. Die hervorragenden Leistungen des Oberbaurats von Etzel, der nicht nur in Württemberg, sondern auch in der Schweiz und in Österreich-Ungarn Bahnen gebaut hat, sind in der Folgezeit kaum mehr übertroffen worden.

Gleichzeitig mit dem Aufkommen der Eisenbahnen setzt der Eisenbau ein; er hat der technischen Entwicklung des 19. Jahrhunderts, das nicht mit Unrecht das »eiserne« genannt wird, das charakteristische Gepräge gegeben. Gegenüber der grofsen Zahl von eisernen Brücken, die der neuzeitlichen Entwicklung des Verkehrswesens ihre Entstehung verdanken, treten die andern Bauwerke mehr und mehr zurück. Eine Zeit lang schien es, als ob der Eisenbau den Holz- und Steinbau vollständig verdrängen würde. Bis zum Jahr 1900 wurden die meisten Bahnbrücken aus Eisen gebaut, selbst da, wo für Massivbrücken die technische Ausführungsmöglichkeit gegeben gewesen wäre.

Die Fortschritte der Hüttentechnik durch Verbesserung und Verbilligung des Werkstoffs wirken sich im Brückenbau aus. Nächstdem sind es die Errungenschaften der Ingenieurwissenschaften, die einen entscheidenden Einflufs auf die Entwicklung ausüben. Im Zusammengehen von Wissenschaft und Praxis wurde Deutschland vorbildlich. Die eisernen Brücken in den verschiedenen Jahrzehnten der Aufwärtsentwicklung zeigen an Werkstoff, Form und Durchbildung der Tragwerke im ganzen wie im einzelnen (Trägersystem, Ausfachung, Stabanschlufs, Stofsanordnung, Fahrbahn und Lageranordnung) die jeweils erreichte Stufe technischen Könnens und wissenschaftlicher Erkenntnis. Drei Perioden sind zu unterscheiden. Die erste Periode von 1845 bis 1870 ist gekennzeichnet durch Entwicklung der Grundformen der Balken- und Bogenträger in Schweifseisen, der vollwandigen Blechträger, der Gitterwandträger, der mehrfachen Fachwerksysteme und der elastischen Bogenträger. Die zweite Periode 1870 bis 1890 bringt die Einführung der äufserlich und innerlich statisch bestimmten Dreieckfachwerkträger, die Durchbildung der konstruktiven Einzelheiten, der Nietanschlüsse und Stöfse, der Knotenpunkte mit Knotenblechen und zentrischer Zusammenführung der Stabachsen, der einfachen und zusammengesetzten Druckstäbe, der Gelenke und Lager. Die dritte Periode 1890 bis 1910 — die Blütezeit des Eisenbaus — setzt mit der Verdrängung des Schweifseisens durch das hochwertige Flufseisen ein. Die genaue Kenntnis der Elastizitätsverhältnisse und Festigkeitseigenschaften des neuen Werkstoffs und die vollständige Beherrschung der baustatischen Gesetze gestattet die weitestgehende Ausnützung des Werkstoffes, fördert den Bau weitgespannter Brücken und führt zur Verwendung neuartiger Trägerformen mit kühngeschwungenem Linienzug, die über mehreren Öffnungen durchlaufen.

Die ersten Eisenbahnbrücken sind — von einzelnen Versuchen mit Gufseisen oder Verbindungen von Gufseisen mit Schweifseisen abgesehen — nach englischen Vorbildern als vollwandige Blechbalken oder mit engmaschigen Gitterwänden aus Schweifseisen erstellt worden. Zur Aussteifung der Wände und der gedrückten Obergurte wurden gufseiserne Querrahmen herangezogen. Soweit die Schienen nicht unmittelbar auf die Trägerwände gelegt werden konnten, hat man sie mit hölzernen Langschwellen auf die Querrahmen abgesetzt. Um das Jahr 1850 finden wir bereits die Grundform unserer eisernen Bahnbrücken mit der Auflösung des Tragwerks in zwei Hauptträger, mit Queraussteifungen und Verbänden, mit der aus Quer- und Längsträgern gebildeten Fahrbahn, mit festen und längsbeweglichen Lagern entwickelt. Die Gurtquerschnitte werden durch Decklamellen den nach der Mitte zunehmenden Kräften angepafst, die Vergitterungen mit steifen Druckgliedern gebildet, nach den Auflagern zu mit engerer Teilung angeordnet oder gröfseren Querschnitten versehen, die Füllungsglieder an die mit Stegblechen ausgestatteten Gurtungen angeschlossen. Die 1850 bis 1857 von der preufsischen Staatsbahnverwaltung (von Lentze) erbaute Eisenbahnbrücke bei Dirschau mit sechs Öffnungen von 130,9 m Stützweite hat Berühmtheit erlangt. Neben ihr sind bemerkenswert die Nogatbrücke bei Marienburg und die von der Köln-Mindener Eisenbahn A.-G. (Lohse) erstellte Köln-Deutzer Rheinbrücke.

Der folgende Abschnitt wird eingeleitet durch die bahnbrechenden Arbeiten von Culmann und Schwedler über die Theorie der statisch bestimmten Fachwerke. Culmann, der Schöpfer der graphischen Statik, setzt sich entschlossen für den Bau reiner Dreieckfachwerke ein. Die ersten praktischen Auswirkungen der Culmannschen Arbeiten finden wir in Süddeutschland, wo der bayrische Oberbaurat von Pauli die erste bayrische Eisenbahnbrücke über die Günz bei Günzburg mit Linsenfachwerkträgern und Bolzengelenken erstellte, die aber wegen mangelnder Queraussteifung und Knicksicherheit der Druckgurte einstürzte. Als ein Meisterwerk der damaligen Brückenbaukunst erstand bald darauf (1857) in Bayern die Grofshesseloher Brücke mit Pauliträgern von 51,5 m Stützweite, für die Gerber eine eingehende Berechnung der Stabkräfte unter beweglicher Belastung geliefert hat. Im gleichen Jahr wurde in der Nähe von Berlin der erste Fachwerkparallelträger mit steifen gekreuzten Diagonalen von Malberg gebaut. 1859 entwirft von Kaven die erste Fachwerkbrücke mit Zugdiagonalen aus Flacheisen und mit Gegendiagonalen in den mittleren Feldern für eine Bahnbrücke über die Ilmenau bei Bienenbüttel. Das Streben, möglichst gleichmäfsig beanspruchte Gurte zu erhalten und Druckdiagonalen zu vermeiden, führt weiter zu den Fachwerk-Parabelträgern, Halbparabelträgern und Schwedlerträgern, die in Deutschland grofse Verbreitung gefunden haben. Für die grofsen Spannweiten bleiben noch längere Zeit die mehrteiligen Ständerfachwerke (System Mohnié) vorherrschend, die wegen des einfachen Anschlusses der Querträger und mit Rücksicht auf die kleinen Feldweiten der Fahrbahn bevorzugt wurden. Hierher gehören die von Harkort gelieferte Eisenbahnbrücke über den Leck bei Cuilenburg in Holland, mit 154,5 m Stützweite lange Zeit die gröfste Balkenbrücke der Welt, ferner die von Schwedler im Jahr 1867 erbaute, mit zweiteiligem Ständerfachwerk ausgestattete Elbebrücke bei Hämerten.

Während in England und besonders in Amerika die Entwicklung andere Wege ging, die eisernen Fachwerkbrücken mit Bolzengelenken ausgestattet worden sind, hat man in Deutschland an der vernieteten Zusammenführung der Stäbe festgehalten, dabei die Stabkräfte unter der Annahme reibungsloser, frei drehbarer Gelenke nach den Vorschlägen von Schwedler und Culmann ermittelt. Gegen die Anwendung der Bolzengelenke wurden die Erschütterungen durch die rollenden Lasten und die konstruktiven Schwierigkeiten beim Anschlufs der Querträger und Querverbände geltend gemacht. Die Unstimmigkeit zwischen der Berechnung und Ausführung vernieteter eiserner Brücken führte zu eingehenden Untersuchungen über die von den steifen Knotenpunkten herrührenden Nebenspannungen. Im Jahr 1878 gab Prof. Manderla, München, erstmals eine theoretische Lösung der von Prof. Asimont gestellten Preisaufgabe: »Welche Spannungen entstehen in den Stäben eines Fachwerks dadurch, dafs die Winkel der Fachwerkdreiecke durch die Belastung eine Änderung erleiden?« Weitere Arbeiten auf diesem Gebiet veröffentlichten Engesser 1879, Winkler 1881, Ritter 1885, Müller-Breslau 1885, Landsberg 1886, Mohr 1892. Messungen an ausgeführten Brücken wurden 1878 von Dupny in Frankreich und 1880 bis 1881 von Fränkel in Deutschland durchgeführt. Die Ergebnisse der theoretischen Untersuchungen und praktischen Messungen veranlafsten Gerber 1881 zur versuchsweisen Anwendung der Gelenkbolzenverbindungen; er liefs aber nach kurzer Zeit den Gedanken wieder fallen, nachdem durch Messungen an der 54 m weit gespannten Eisenbahnbrücke bei Waltenhofen das Vorhandensein erheblicher Nebenspannungen auch bei der Gelenkbolzenverbindung nachgewiesen worden war.

Einen nachhaltigen Erfolg hatte dagegen Gerber mit seinen Gerberträgern, auf die er 1866 ein bayrisches Patent erhielt. Durch den Einbau von Gelenken erzielte er die statisch bestimmte Auflagerung der durchlaufenden Träger und schaltete damit die nachteiligen Folgen von Stützensenkungen und ungleichmäfsigen Erwärmungen aus. Die Auslegerträger mit geschwungenem Linienzug über mehreren Öffnungen sind wegen der Vorteile der Gewichtsersparnis, der schmalen Pfeiler und des gerüstlosen freischwebenden Vorbaus bei vielen bedeutenden Brückenbauten mit grofsem Erfolg angewandt und erprobt worden.

Was die Erforschung der Eigenschaften des Werkstoffes anlangt, so waren schon durch die Versuche von Stephenson,

Fairbain und Hodgekinson (1840 bis 1846) ziffernmäfsige Werte für die Zug-, Druck- und Biegungsfestigkeit sowie für die Elastizitätsziffer und die Elastizitätsspannungsgrenze des Schweifseisens bekannt. Über den Einflufs wiederholter Belastungen hat erstmals Fairbain (1860 bis 1862) Beobachtungen angestellt. Grofses Aufsehen erregten die in den Jahren 1854 bis 1870 durchgeführten Wöhlerschen Versuche über die Festigkeit des Schweifseisens bei wechselnder Belastung. Die Ergebnisse der Versuche wurden von Launhardt, Weyrauch, Winkler für die Querschnittsbemessung ausgewertet und von den Eisenbahnverwaltungen berücksichtigt. Die Stofswirkungen der rollenden Lasten hat als erster von Pauli bei der Berechnung berücksichtigt. Gerber hat das Berechnungsverfahren mit Stofsziffern aufgenommen und im Jahre 1863 für die Mainzer Eisenbahnbrücke in Anwendung gebracht. Die aus Eigengewicht und dreifacher Verkehrslast errechneten Spannungen durften die Elastizitätsspannungsgrenze $\sigma z = 1600$ kg qm nicht überschreiten. Später führte Gerber auf Grund theoretischer Erwägungen und praktischer Messungen die Stofsziffer $\mu = 1{,}5$ für Eisenbahnbrücken ein und ging gleichzeitig mit der zulässigen Spannung auf $\sigma z = 1200$ kg/qm herunter, Annahmen, die von Ebert in die bayrischen Vorschriften aufgenommen wurden und bis zur Verreichlichung bei der bayrischen Staatsbahn Gültigkeit besafsen. Der knicksicheren Ausbildung der ein- und mehrteiligen Druckglieder wurde erhöhte Beachtung geschenkt. Für die Berechnung der Knickstäbe hatte schon Navier eine Formel entwickelt, in der die zulässige Gesamtbelastung in Beziehung zu der zulässigen Druckspannung des Werkstoffes gebracht wurde, von der man bei der Feststellung der Abmessung auszugehen pflegte. Sie ist von Schwarz 1854 in anderer Weise abgeleitet worden und hat durch Laissle und Schübler als Schwarz-Rankinsche Knickformel Verbreitung gefunden. Die Unzulänglichkeit der Formeln, die die Kantenpressungen zur Querschnittsbemessung benutzen, hat Zimmermann 1886 nachgewiesen. Er hat das Wesen der Eulergleichung in der Bestimmung des Übergangs vom sicheren zum unsicheren Gleichgewichtszustand gesehen und deshalb an der Eulerformel festgehalten. Engesser hat aus der Erkenntnis, dafs die Knickfestigkeit im Gegensatz zu der reinen Zug-, Druck- und Biegungsfestigkeit von den Formänderungseigenschaften abhängt, eine allgemeine Lösung des Knickproblems angegeben, indem er in die Eulergleichung eine veränderliche Elastizitätszahl einführte. Von Karmann bewies durch Versuche, dafs man aus der Abhängigkeit von Knickfestigkeit und Druckdehnungskurve zu einer genauen Vorausbestimmung der Knickfestigkeit gelangen kann. Tetmayer erforschte die Gesetze der Knickung und zusammengesetzten Druckfestigkeit und leitete aus Versuchen mit verschiedenen Werkstoffen und Stabquerschnitten eine Knickformel ab, die in der Praxis Eingang gefunden hat. Bei der Schwierigkeit des Knickproblems war es begreiflich, dafs in der Behandlung der Druckglieder bei den verschiedenen Eisenbahnverwaltungen lange Zeit erhebliche Unterschiede bestanden. Die einen rechneten nach Schwarz-Rankin (Bayern, Württemberg), die andern nach Tetmayer (Baden, Elsafs-Lothringen); die preufsischen Vorschriften verlangten für gedrückte Stäbe den Nachweis einer mindestens fünffachen Sicherheit nach Euler, aufserdem mufsten die Spannungen (bei gedrungenen Stäben) unter den für die reinen Druckspannungen zugelassenen Werten bleiben. Erst die Verreichlichung der deutschen Länderbahnen hat die erwünschte Einheitlichkeit der Berechnung der Druckstäbe gebracht. Im Jahre 1886 erschienen die vom Ingenieur- und Architektenverein 1881 angeregten und von Bauschinger durchgearbeiteten ersten deutschen Normalbedingungen über die Lieferung von Eisenkonstruktionen, nachdem Frankreich bereits 1877 mit Vorschriften für den Bau, die Aufstellung und die Überwachung eiserner Brücken (circulaire-française) vorangegangen war. 1887 folgte die österreichische Brückenvorschrift, 1892 erschienen die schweizerischen Vorschriften, 1895 gab Preufsen eine Zusammenstellung der bis dahin gültigen Einzelbestimmungen heraus.

Ein folgenschwerer Unglücksfall, der Einsturz der von Eiffel 1874 erbauten Eisenbahnbrücke über die Birs bei Mönchenstein (Schweiz) im Juni 1891 löste eine Reihe von kritischen Betrachtungen über die Knicksicherheit, die Zusatz- und Nebenspannungen exzentrisch zusammengeführter Stäbe aus, lenkte die Aufmerksamkeit der Brückenbauer auf diese für die Sicherheit der Bauwerke wichtigen Fragen und veranlafste die Eisenbahnverwaltungen, die alten Brücken auf ihre Betriebssicherheit und die Befahrbarkeit mit den schwersten damals im Dienst stehenden Lokomotiven zu prüfen, deren Gewicht inzwischen auf 50 t, mit Tender 75 t bei gröfsten Achslasten von 14 t gestiegen war. Die Nachprüfung war um so dringlicher, als bei vielen alten Brücken Entwurfszeichnungen fehlten, weder Festigkeitsberechnungen noch Angaben über die Güte und Festigkeit des Werkstoffs vorhanden waren. Bei der örtlichen Untersuchung der Betriebsbauwerke stellten sich zahlreiche Mängel heraus: lockere Nieten, Risse an den Anschlüssen, Verbiegungen einzelner Stäbe und ganzer Träger, besonders bei engmaschigen Netzwerken, Senkungen, ungedeckte Stöfse, ungünstige Querschnittsverschwächungen durch fehlerhafte Nietanordnung und Einrisse, mangelhaft versteifte Druckglieder, schlotternde Verbände, eingeklemmte Schleiflager, zerdrückte und losgerüttelte Auflagerquader und sonstige Zerstörungserscheinungen am Mauerwerk. Die recht beunruhigenden Erscheinungen veranlafsten die verantwortlichen Stellen, in den neunziger Jahren planmäfsig an die Behebung der Mifsstände heranzugehen. Die Festigkeitsberechnungen wurden ergänzt oder neu aufgestellt, die baulichen Mängel und Betriebsschäden beseitigt, die überbeanspruchten Teile verstärkt, unbrauchbare Tragwerke ausgewechselt und durch stärkere Überbauten ersetzt. So finden wir bei allen Eisenbahnverwaltungen fast gleichzeitig eine Periode der Brückenverstärkungen in den Jahren 1890 bis 1910. Die Verstärkung für die schweren Lokomotiven und höheren Zuggeschwindigkeiten nach den kurz vorher eingeführten Berechnungsvorschriften wurde erzielt, durch Vergröfserung der Stabquerschnitte (Aufnieten von Flacheisen, Gurtplatten, Winkeln und Profileisen), Einfügen weiterer Träger und Stäbe und Zwischenkonstruktionen, Aufsetzen oder Anhängen von Entlastungsbogen, Verwendung von Hänge- und Sprengwerken, Einziehen von Verbänden, Ersetzen der Gleit- durch Kipp- und Rollenlager, Verstärkung und Verbesserung des Oberbaus. Die Arbeiten waren noch nicht zum Abschlufs gelangt, als bereits neue und wesentlich gröfsere Anforderungen des Betriebs, von denen später noch die Rede sein wird, die getroffenen Mafsnahmen als unzulänglich erscheinen liefsen.

In dem kurzen Zeitraum von 1870 bis 1890 reift die Baustatik zur Vollendung. Mohr, Ritter, Winkler, Engesser, Müller-Breslau, Föppl, Weyrauch, Grübler schufen das Rüstzeug des modernen Brückenbauers, insbesondere die Theorie der statisch unbestimmten Systeme. Das Prinzip der virtuellen Verschiebungen von Maxwell 1864, später unabhängig von dessen Untersuchungen von Mohr 1874 entdeckt, gab die Möglichkeit, das Kräftespiel in den verwickeltsten Ingenieurbauwerken zu erfassen und führte zur Anwendung in Bemessungsformen und Trägersystemen, die bis dahin wegen der Schwierigkeit der statischen Berechnung gescheut worden waren. Das Eindringen der wissenschaftlichen Berechnungsweisen in die Brückenbaupraxis ist vor allem Prof. H. Müller-Breslau zu danken, der den gröfsten Einflufs nicht blofs auf die studierende Jugend, sondern auch auf die in der Praxis arbeitenden Statiker ausübte. Von Bach, Stuttgart, prüfte und erweiterte die Lehre von Elastizität und Festigkeit durch Versuche. Er wandte sich dagegen, dafs

das ganze Gebäude der Elastizität und Festigkeit auf der Proportionalität zwischen Dehnung und Spannung in einseitig mathematischer Behandlung aufgebaut wurde. Ihm kam es in erster Linie auf das tatsächliche Verhalten der Werkstoffe an. Er schuf in seinem Ing.-Laboratorium die Einrichtungen für die Untersuchung der Werkstoffe, für die Nachprüfung der Genauigkeitsgrade der Elastizitäts- und Festigkeitslehre und für die Feststellung von Erfahrungsbeiwerten. Wo Zweifel aufkamen, sollte der Versuch entscheiden, der die Möglichkeit gibt, die besonderen Eigenschaften und Eigenarten der Werkstoffe und der Konstruktionen, das Verhalten bei verschiedenartigen Belastungen und Beanspruchungen unter Unterschaltung von Nebeneinflüssen festzuhalten und zu klären. Die Erfolge haben dieser Auffassung Recht gegeben, die Bachschen Arbeiten sind heute Allgemeingut aller wissenschaftlich arbeitenden Ingenieure geworden. Der Einflufs der mathematisch geschulten Statiker auf den Brückenbau nach 1870 ist unverkennbar. Die Statiker verlangten, dafs die Konstruktionen den Voraussetzungen der Rechnung möglichst nahe kamen. Man ging zu beweglichen Anschlüssen der Fahrbahn über. Nicht nur bei grofsen Brücken, sondern auch bei kleineren und mittleren Spannweiten wurden Längs- und Querträger beweglich gelagert. Diese beweglichen Anschlüsse haben sich im Betrieb nicht bewährt. Besonders bei den Längsträgern traten durch die Stofswirkungen der rollenden Lasten Schäden auf. Die gelenkartigen Anschlüsse der Querträger verursachten erhöhten Unterhaltungsaufwand. So kam man bald wieder von den beweglichen Anschlüssen ab und kehrte zu dem bewährten Grundsatz zurück, die Anschlüsse der Fahrbahn so steif wie möglich auszuführen. Die Statiker überschätzten die Genauigkeit ihrer statischen Rechnungsergebnisse, sie unterschätzten nicht nur dynamischen Wirkungen, sondern auch die Bedeutung der Einzelteile im räumlichen Verbande. Die Schienen wurden unmittelbar auf die Schienenträger verlegt, die Verbände häufig zu schwach, die Anschlüsse ungenügend, die Queraussteifungen mangelhaft ausgebildet. Die aus den beiden Jahrzehnten 70 bis 90 stammenden Brücken sind daher oft rechte Sorgenkinder der mit der Überwachung und Unterhaltung betrauten Beamten geworden.

Der fruchtbarste Abschnitt des deutschen Brückenbaus beginnt mit der Einführung des Flufseisens, nachdem es der Eisenhüttenindustrie gelungen war, ein aufserordentlich widerstandsfähiges, in seinen Eigenschaften gleichbleibendes basisches Eisen in der Birne oder im Flammofen in grofsen Mengen billig herzustellen, wofür man die für Deutschland wichtigen, phosphorhaltigen Erze nutzbar machen konnte. In England ist 1883 bis 1890 die berühmte Firth-of-Forth-Brücke aus saurem Martineisen gebaut worden. In Deutschland sind es vor allen Prof. Mehrtens, Dresden und Direktor Kintzlé, vom Stahlwerk Rothe Erde, Aachen, die sich erfolgreich für die Verwendung des Flufseisens einsetzten und durch grofs angelegte Versuche die Eignung und Zuverlässigkeit des Thomaseisens bewiesen. Die von Mehrtens 1891 erbaute Fordoner Weichselbrücke war die erste grofse Flufseisenbrücke Deutschlands. Die Bogenbrücken über den Nord-Ostseekanal 1891 bis 1894 leiteten den Bau der weitgespannten Flufseisenbrücken ein, durch die der deutsche Brückenbau Weltruf errang. Viel bewundert wurde die von Rieppel erbaute Kaiser-Wilhelmbrücke bei Müngsten mit einem eingespannten Bogenfachwerk von 170 m Spannweite für die Mittelöffnung. Die grofsen Wettbewerbe für die Rheinbrücken bei Worms, Bonn, Mannheim, Köln, Ruhrort brachten aufserordentlich wertvolle Anregungen und Vorschläge und führten zu vorbildlichen Lösungen in technischer und ästhetischer Hinsicht. Klare und flüssige Linienführung der Gurte, mustergültige Durchbildung der Einzelheiten, geschickte Anpassung an die örtlichen Bedingungen sind die hervorstechenden Kennzeichen dieser Bauwerke. Wenn es sich dabei auch in der Hauptsache um Strafsenbrücken handelte, so haben doch die Wettbewerbe auch anregend und befruchtend auf den Eisenbahnbrückenbau eingewirkt. Die frei aufgehängte Fahrbahntafel, die von der Gesellschaft Harkert 1894 erstmals in Verbindung mit Zweigelenk-Fachwerkbogenträgern mit Zugband vorgeschlagen wurde, fand Nachahmung. Die grofsen Eisenbahnbrücken über den Rhein bei Rüdesheim, Engers und Remagen zeigen die gleiche Bauform, jedoch mit steif angeschlossener Fahrbahn; bei den Eisenbahnbrücken über der Weichsel bei Münsterwalde und über den Rhein zwischen Oberhausen und Hohenbudberg griff man wieder auf die steifen Balkenträger nach altbewährten Entwurfsgrundsätzen zurück (1917).

Für die kleineren Brücken über öffentlichen Verkehrswegen ist als wichtiger Fortschritt die Durchführung des Schotterbetts anzusehen, wobei die Fahrbahn mit Zoreseisen, Tonnenblechen und Buckelplatten gebildet wird. Später findet auch die Eisenbetonplatte Eingang, worin Deutschland — wenn auch zögernd — dem österreichischen Vorbild folgt. Im übrigen war man zu Regelformen der Eisenbahnbrücken gekommen. Die preufsische Staatsbahnverwaltung gibt 1900 Musterpläne für Balkenbrücken heraus, zu denen 1905 die Kommerellschen Musterentwürfe für Verbundbauwerke aus I-trägern mit Zwischenbetonierung hinzukommen. Für Oberbaubefestigung, Beläge, Lager und Aufsenmauern werden Musterpläne bearbeitet. Schaper gibt in seinem Lehrbuch über eiserne Brücken eine wertvolle Sammlung der Entwurfsgrundsätze, wie sie sich in der Praxis bewährt haben.

In der neuesten Zeit hat sich das Streben der Eisenbaufachleute der Versuchsforschung zugewendet. Es sind auf diesem Gebiete die Forschungsarbeiten des Deutschen Eisenbauverbandes über Nietverbindungen, Stabanschlüsse, Fachwerkknotenpunkte, einfache und gegliederte Druckstäbe hervorzuheben, ferner die Untersuchungen und Versuche der technischen Kommission der Schweizer Brücken- und Hochbaufirmen in Verbindung mit der Generaldirektion der Schweizer Bundesbahnen über Nebenspannungen infolge genieteter Knotenpunktsverbindungen eiserner Fachwerkbrücken, weiter die englischen, amerikanischen, schwedischen und schweizer Versuche über die Stofswirkungen der rollenden Lasten auf Brückentragwerk, schliefslich die neuesten Versuche der Reichsbahndirektion Breslau mit geschweifsten Schienenstöfsen. Zusammenfassend kann über das Ergebnis der neuen Versuche an ausgeführten Bahnbrücken gesagt werden: Je klarer die Gliederung der räumlichen Tragwerke, um so sicherer ist die Erfassung der Kräfte. Zentrische Stabanschlüsse, steif vernietete Knotenpunkte, rahmenartige Verbindungen wirken im günstigsten Sinne, die Spannungen verteilend und mildernd. Von gröfster Wichtigkeit ist die steife, durchgehende und lastverteilende Ausbildung der Fahrbahn zur Verringerung der Stofswirkungen, der Durchbiegungen und der Nebenspannungen. Das wirkungsvollste Mittel zur Abschwächung der Stöfse ist die Durchführung des Schotterbetts; nächstdem können die dynamischen Wirkungen durch Schweifsung der Schienenstöfse erheblich herabgesetzt werden. Die wissenschaftliche Versuchsforschung hat sich als wertvolles Mittel zur Erzielung technisch einwandfreier, wirtschaftlich betriebssicherer, vorteilhafter Bauweisen erwiesen.

Einen Markstein in der Geschichte der eisernen Eisenbahnbrücken bilden die im Mai 1922 vom Reichsverkehrsministerium herausgegebenen Grundlagen für das Entwerfen und Berechnen eiserner Eisenbahnbrücken, in der erstmals die bisher in der Gesamtfassung und den Einzelheiten recht verschiedenen Bestimmungen der Länderbahnen zu einer einheitlichen Vorschrift zusammengefafst worden sind. Für neue Brücken wurde der 25 t Lastenzug eingeführt, da von den bisher gültigen Lastenzügen, auch der schwerste, der preufsische

20 t Lastenzug, durch die neuzeitliche Entwicklung des Lokomotivbaus als überholt angesehen werden darf. Die Entwicklung der Lokomotivgewichte und der Belastungsannahmen für die eisernen Eisenbahnbrücken Württembergs ist auf Taf. 7 dargestellt. Mit dem neuen 25 t Lastenzuge ist auch den Zukunftsforderungen weitgehend Rechnung getragen. Zum Ausgleich hat man die zulässigen Spannungen so hoch wie nur möglich angenommen, um den Werkstoff bis zur äufserst zulässigen Grenze ausnützen zu können. Die Werkstoffausnützung der nach den neuen Reichsbahnvorschriften berechneten Brücken ist nur 18 bis 25% höher als bei Anwendung der früheren Berechnungsvorschriften der Länderbahnen. Voraussetzung für die Zulassung der höheren Spannungen sind tadellose, gleichmäfsige Beschaffenheit des Werkstoffs, sorgfältigste Verarbeitung und Behandlung des Werkstoffs in der Werkstatt, genauester Zusammenbau auf der Baustelle, nach einwandfreien bis in alle Einzelheiten durchgearbeiteten Entwürfen. Die Forderungen können bei dem heutigen Stand der Eisenbautechnik erfüllt werden.

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurde durch die Aufnahme und zunehmende Verwendung des Betons der Massivbrückenbau wieder wettbewerbsfähig. Tüchtige Ingenieure haben die Betontechnik entwickelt, den Betonbrückenbau durch die Erfindung neuer Konstruktionsformen und Ableitung zuverlässiger Berechnungsmethoden bereichert. Die ersten gewölbten Brücken in Bruchsteinmauerwerk mit Zementmörtel sind von den Franzosen gebaut worden, z. B. 1855 bis 1856 die 50 m weit gespannte Marnebrücke auf der Strecke Paris—Mühlhausen. Den französischen Vorbildern folgen die galizischen Bruchsteinbrücken der Bahnlinie Stanislau — Woronienka, darunter die Pruth-Brücke bei Jaremcze mit 65 m Weite. In Deutschland sind bemerkenswert die Steinbrücken der Höllentalbahn zwischen Neustadt und Donaueschingen, darunter die Gutachbrücke mit 64 m Weite (1899 bis 1900). Musterbeispiele gelungener Massivbrücken finden wir ferner in der Schweiz an der Albula-Bahn und der Bodensee-Toggenburgbahn. Im Jahre 1880 wurden die ersten Betongewölbe für Bahnbrücken in Sachsen auf der Berggiefshübler Bahn gebaut, wobei Köpcke für die flachgespannten Betongewölbe erstmals Wälzgelenke aus Stein und Beton verwendete. Leibbrand (Stuttgart) führte Bleiplatten- oder Stahlgelenke aus. Die Gelenke wurden teils offen gelassen, teils nach dem Ausrüsten der Gewölbe vergossen. Die ersten grofsen Betonbrücken mit Stahlgelenken wurden von der bayrischen Staatsbahnverwaltung über die Iller bei Kempten mit Spannweiten der Hauptbogen von 64,5 m gebaut. Die gröfste Eisenbahnbetonbrücke Deutschlands ist wohl die viergleisige Eisenbahnbrücke über den Neckar bei Cannstadt (1912 bis 1913 erbaut) mit flachgespannten Dreigelenkbogen in Stampfbeton für die Flufsöffnung von 61,56 m lichte Weite bei $^1/_{10}$ Pfeilverhältnis.

Der grofse Aufschwung der Massivbauweise setzt mit der Eisenbewehrung des Betons ein. Während bisher nur Wölbtragwerke in Beton erstellt werden konnten, war es im Eisenbeton möglich, auch Balkenbrücken und rahmenartige Tragwerke für die kleinen und mittleren Spannweiten zu bauen. Aus dem Bauhandwerk erwuchs mit der Verbreitung der Eisenbetonbauweise eine neue Industrie. Praxis und Wissenschaft wetteiferten in der Förderung der neuen Bauweise. So sind bald sichere Grundlagen für die Ausbildung neuer Bauformen und die weitgehende Ausnützung der Baustoffestigkeiten geschaffen worden. Die Vervollkommnung der Baumethoden durch maschinelle Hilfsmittel und die Anpassung des Bauvorgangs an die Eigenart der Bauweise brachte eine weitere Verbilligung, gleichzeitig eine Hebung der Güte des Betons und eine Verkürzung der Bauzeit. Die Eisenbahnverwaltungen haben sich lange Zeit gegen den Eisenbeton ablehnend verhalten. Die Stofswirkungen der Fahrzeuge wurden durch Herabsetzen der zulässigen Spannungen berücksichtigt, der Rifsgefahr durch die Begrenzung der Betonzugspannungen vorgebeugt. Die erste Verwendung fand der Eisenbeton unter Industriegleisen, für Platten- und Plattenbalkenabdeckungen von Bahnsteigunterführungen, Gepäcktunneln und kleineren Strafsenunterführungen. Weiterhin hat sich die Eisenbewehrung bei den Gewölben eingebürgert. Wegen der geringen Zugfestigkeit des Betons liefs sich unter Bahngleisen die Betondruckfestigkeit nur in wenigen Fällen ausnützen; erst durch die Eiseneinlagen hat man wirtschaftliche Gewölbeformen auch für die schwersten Lastenzüge erzielt. Die bewehrten Gewölbe wurden schlanker und elastischer, die Spannungen, die durch Wärme und Schwinden entstehen, verringert. Beispielsweise sind bewehrte Gewölbe bei den Talbrücken der Nebenbahn Schorndorf—Welzheim (1906 bis 1808) zur Ausführung gekommen. Eine noch weitergehende Ausnützung der Betonfestigkeit wurde erzielt durch die Auflösung der Gewölbe in schmale Bogenrippen, die bei beschränkter Konstruktionshöhe über die Fahrbahn heraufgeführt werden können, was das Anwendungsgebiet der Eisenbetonbauweise im Brückenbau bedeutend erweitert hat. Zu den ersten Ausführungen dieser Art gehören die Rhonebrücke bei Chippis und die Eisenbahnbrücke über den Neckar bei Tübingen (1909) mit bewehrten Dreigelenkbogen mit 34 m lichter Weite und $^1/_{12}$ Pfeilweite. Auffallend ist, dafs in Deutschland die Gewölbe mit steifen Eiseneinlagen nach Professor Melan bei Bahnbrücken kaum Anwendung gefunden haben, obwohl sie durch die Einsparung des Lehrgerüsts und die bessere Ausnützung der Eisen infolge der Vorspannung grofse wirtschaftliche Vorteile bieten. Dafs die Massivbrücken mit eisernen Tragwerken wettbewerbsfähig sind, zeigt sich am besten darin, dafs bei Brückenverstärkungen alte Eisenwerksüberbauten durch gewölbte Bauwerke ersetzt werden. In grofsem Mafsstab ist dies auf der Gotthardbahn geschehen, wo auf der Bergstrecke Erstfeld—Bellinzona über 30 eiserne Überbauten durch Massivbauten ersetzt worden sind. Die Generaldirektion der Württembergischen Staatsbahnen und die Baudirektion der Tauernbahn wagten es, Eisenbetonbalkenbrücken auch für Hauptbahnen zu bauen. Bemerkenswerte Rahmenkonstruktionen für schiefe Gleisüberschneidungen in mehreren Stockwerken sind anläfslich des Bahnhofumbaus Stuttgart vor der Bahnhofeinfahrt beim englischen Garten gebaut worden. Auch an andern Ausführungen, so bei der Überführung der Gäubahn über die Feuerbacher Gleise auf dem Nordbahnhof Stuttgart und der Überführung der Rems- und Murrbahn über Gleise der Neckarbahn auf Bahnhof Cannstatt hat sich die auf Säulen gestellte Fahrbahnkonstruktion in Eisenbeton gegenüber reiner Eisenbrücke oder ausbetonierten Walzträgern auf Betonmauern als wirtschaftlich überlegen gezeigt. Wegen der geringen Anpassungsfähigkeit an wechselnde Betriebsbedürfnisse und wegen der Schwierigkeit späterer Verstärkung kommen Eisenbetonausführungen nur für solche Bauwerke in Frage, bei denen in absehbarer Zeit Änderungen ausgeschlossen sind.

Die Entwicklung des Brückenbaus ist noch nicht abgeschlossen. Eine heute noch nicht übersehbare Umgestaltung werden die hochwertigen Baustoffe bringen, im Massivbrückenbau die hochwertigen Zemente, im Eisenbrückenbau die hochwertigen Stahlsorten. In beiden Fällen handelt es sich um Ausnützung von Fortschritten in der Hüttentechnik, die schon vor dem Krieg gemacht worden sind, aber erst heute zur vollen Auswirkung gelangen. Für die hochwertigen Zemente hat sich schon vor 10 Jahren Staatsbahnrat Spindel, Innsbruck eingesetzt. In Deutschland hat Professor Dr. Gehler, Dresden die Entwicklung gefördert. Von Zementen kommen in Deutschland die hochwertigen Portlandzemente, weniger die Schmelzzemente in Betracht. Sie liefern hohe Endfestigkeiten, bis 600 kg/qm nach 180 Tagen und erreichen nach kurzer Abbindezeit die für das Ausrüsten erforderliche Mindestfestigkeit von 200 kg/qm nach zwei Tagen. Die Anwendung der hoch-

wertigen Zemente ist besonders vorteilhaft bei allen Eisenbahnbauten, die möglichst schnell dem Betrieb übergeben werden müssen oder die während des Baus Betriebseinschränkungen oder Betriebsunterbrechungen (Brückenverstärkungen) notwendig machen. Ihre Anwendung ist weiterhin angezeigt bei Ausbesserungen an Pfeilern und Widerlagern, beim Auswechseln beschädigter Auflagerquader und für das Untergiefsen der Lager und bei Betonierungsarbeiten in kalter Jahreszeit. Die bei den geringen Mengen kaum ins Gewicht fallenden Mehrkosten des hochwertigen Zements werden durch die Verkürzung der Bauzeit und die Möglichkeit, wenige Tage nach der Fertigstellung mit voller Geschwindigkeit fahren zu können, mehr als ausgeglichen. Die zulässigen Beanspruchungen der mit hochwertigem Zement erstellten Bauwerke dürfen unbedenklich nach dem Mafs der durch Versuche nachgewiesenen Druckfestigkeit erhöht werden, wodurch sich Ersparnisse an Massen und Kosten erzielen lassen.

Die Verwendung hochwertiger Stahlsorten im Brückenbau zur Verringerung des Eigengewichts ist ebenfalls schon länger bekannt. Im Jahre 1908 wurde die erste Eisenbahnbrücke auf der Strecke Oberhausen—Dorsten von der Gutehoffnungshütte in Nickelstahl gebaut. Die gröfste und schönste Hängebrücke Deutschlands in Köln wurde von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg ebenfalls in Nickelstahl erstellt (1915). Bei einer nachgewiesenen Baustoffestigkeit von 5500 bis 6500 kg/qcm, einer Mindeststreckgrenze von 3500 kg/qcm, einer Mindestdehnung von 18 %, einer Mindesteinschnürung von 40 % sind bei der letzteren Brücke um 60 % höhere Beanspruchungen gegenüber Flufseisen von Regelgüte zugelassen worden. Bei den gewaltigen Brücken über den Kaiser-Wilhelm-Kanal und zwar bei der Rendsburger Drehbrücke und der Mittelöffnung der Hochbrücke von Hochdorn hat Vofs erstmals hochgekohlten Baustahl mit einer Festigkeit von 4000 bis 5100 kg/qcm, einer Streckgrenze von 3000 kg/qcm und einer Dehnung von 20 % verwendet, dabei um 20 % erhöhte Spannungen gegenüber Flufseisen zugelassen und die wirtschaftliche Überlegenheit dieses Werkstoffs nachgewiesen. Das österreichische Arbeitsministerium hat 1913 Versuchsreihen durchgeführt, um die in österreichischen Werken erzeugten hochwertigen Baustähle und zwar sowohl Kohlenstoffstahl als Nickelstahl auf ihre Eignung für den Brückenbau zu prüfen. Die Versuche wurden auf Nietverbindungen, auf gewalzte und genietete Träger und Druckstäbe ausgedehnt. Sie ergaben, dafs ein hochwertiger Flufsstahl von 5000 bis 6000 kg/qcm Bruchfestigkeit und 20 % Bruchdehnung dem Nickelstahl nicht viel nachsteht und dafs unbedenklich um 40 % erhöhte Beanspruchungen gegenüber Flufseisen zugelassen werden dürfen. Seit 1915 hat Professor Dr. Gehler, Dresden, angeregt durch Beobachtungen in Nordamerika, für die weitergehende Verwendung des hochwertigen Baustahls geworben und ist darin von Linke-Hofmann-Lauchhammer A.-G. (Koppenberg und Pieper) unterstützt worden. Dr. Ing. Bohny von der Gutehoffnungshütte, der eifrigste Vorkämpfer für die Verwendung hochwertiger Stähle, hat über die Wirtschaftlichkeit der Anwendung der Baustähle im Brückenbau Berechnungen angestellt und die Eignung für grofse Spannweiten nachgewiesen. Der Erlafs des Reichsverkehrsministers vom 13. Mai 1924 über Verwendung des hochwertigen Baustahls für Brücken und Ingenieurhochbauten dürfte für die künftige Entwicklung von entscheidender Bedeutung werden. Möglich ist, dafs in wenigen Jahren für Eisenbahnbrücken vorwiegend Baustahl zur Verwendung kommt und dafs den geschichtlichen Perioden des Gufseisens, Schweifseisens, Flufseisens eine neue Periode des Baustahls folgen wird. Die volkswirtschaftliche Auswirkung wird erst voll eintreten, wenn durch die Umstellung der Hüttenwerke die Erzeugungskosten des hochwertigen Baustahls noch weiter verbilligt werden und die Einführungsschwierigkeiten der Behandlung und Verarbeitung überwunden sind.

Während im 19. Jahrhundert die Bauweisen und Konstruktionsformen zu hoher Blüte entwickelt wurden, treten heute im verarmten Deutschland wirtschaftliche Erwägungen in den Vordergrund. Man sucht durch möglichst freien Wettbewerb der verschiedenen Bauweisen, Bauarten, Bauformen die wirtschaftlichste Lösung in jedem Einzelfall zu finden. Dem Wirtschaftler gilt diejenige Lösung als die beste, die dem vorgeschriebenen Zweck unter Einrechnung der Lebensdauer und des Unterhalts mit dem geringsten Kostenaufwand technisch am vollkommensten genügt. Mit der Erfüllung dieser Forderung wird sich aber die Allgemeinheit bei den Kunstbauten nicht begnügen. Die Eisenbahnbrücken über Flüsse, Täler, Gebirgsschluchten, über Strafsen und Schiffahrtswege sind wohl in erster Linie Zweckbauten, aber sie treten doch in engere Beziehungen zur Umgebung als sonstige Schöpfungen der Architekten und Ingenieure im Wohn- oder Industriebau. Eine dem öffentlichen Verkehr dienende Brücke soll der örtlichen Eigenart, dem Landschafts- oder Stadtbild gerecht werden. Nur wenn der Schöpfer einer Brücke das örtliche Landschafts- oder Stadtbild in sich aufgenommen hat, wird es ihm gelingen, den Kunstbau anständig und harmonisch einzufügen, so dafs er schliefslich als Selbstverständlichkeit dasteht, und man ihm die Schwierigkeiten des Entwurfs, der Berechnung und Ausführung nicht mehr ansieht.

In der stürmischen Entwicklungszeit ging den Ingenieuren mit der Vertiefung in die statischen und konstruktiven Aufgaben, im Kampf mit Herstellungs-, Verarbeitungs-, Aufstellungsschwierigkeiten der Blick für die künstlerische Gestaltung der Brücken mehr und mehr verloren. Die Eisenbahningenieure kümmerten sich wenig um die Örtlichkeit. Man findet die gleichen Muster für Flach- und Hochbrücken im alten Stadtbild und freier Flufslandschaft, im hügeligen Gelände und im Gebirge. Man baute billig und solid, stellte die bekannten Trägerformen nach Art des Steinbaukastens auf Pfeilern und Widerlagern zu Brücken zusammen; höchstens dafs die Hauptöffnung mit grofser Spannweite durch die gröfsere Trägerhöhe hervorgehoben wurde. Man hatte wohl von Anfang an die Empfindung gehabt, dafs die eisernen Eisenbahnbrücken hart und fremd in der Landschaft stehen und die alten Stadtbilder nicht zum Vorteil verändern und versuchte deshalb durch architektonisches Beiwerk den ungünstigen Eindruck zu verwischen. Architektonische Zutaten an Pfeilern und Widerlagern: Torhäuschen, Steinmasken, figürlicher Schmuck, Blechornamente, Wappenschilder waren beliebte Mittel zur Verschönerung. Später versuchte man mit Formeisen — materialgerecht bearbeitet und behandelt — die Bedeutung der wichtigsten Bauglieder herauszuheben, die statische Wirkung durch Schmuckformen augenfällig zu machen. Allen diesen Versuchen blieb ein Erfolg versagt. Am besten gelungen waren immer noch die Lösungen, bei denen der Ingenieur es wagte, unabhängig von herrschenden Geschmacks- und Stilrichtungen, seine Konstruktion unverhüllt zu zeigen. Heute ist man sich in Deutschland einig, dafs die künstlerische Wirkung der Brücken nicht erreicht werden kann durch Nachahmung, Übertragung, Zusammenstellung bekannter Trägerformen und Typen, durch äufserliche Zutaten, durch Verkleidung oder Verputz. Man verlangt Einfachheit, Klarheit und Sachlichkeit der Formen, organisch aus dem Baustoff und der Konstruktion entwickelt und lehnt bewufst alles Gesuchte, Gekünstelte und Verwickelte ab. Vorbildlich sind die primitiven Pfahljochbrücken, die warm anheimelnden, überdachten Holzbrücken, die schönen, alten Steinbrücken, die bei aller Dürftigkeit der Form, Ausführung und Unterhaltung sich jeder Umgebung anschmiegen, nie unschön, aufdringlich und störend wirken.

Auch der einfachste Blechbalken auf eisernen Stützen oder massiven Pfeilern kann gute Wirkung haben. Die aufgelöste Eisenkonstruktion ist erträglich, wenn die Bedeutung

des Tragwerks als Ganzes und der einzelnen Tragglieder verständlich ist. Gegenüber der gewölbten Brücke mit ihrer geschlossenen Massenwirkung gewinnt das weitgehend aufgelöste Eisentragwerk durch Leichtigkeit, Kühnheit und Eleganz der Erscheinung. Die Linienführung der Gurte bestimmt den Umrifs und damit den Ausdruck des Bauwerks. Das wichtigste bleibt aber doch immer die Fahrbahn. Sie mufs deutlich hervortreten. Die frei gestützte oder frei aufgehängte Fahrbahn ist als Ausdrucksform jeder andern Anordnung überlegen. Die mittlere Lage der Fahrbahn durchschneidet das Haupttragwerk und beeinträchtigt die Gesamtwirkung. Um bei den Hauptträgern ruhige Wirkung zu erzielen, ist das Netzwerk der Ausfachung klar und harmonisch durchzubilden. Die Querschnitte sind sorgfältig gegeneinander abzuwägen. Ohne ausgebildetes Formgefühl und vollständige Beherrschung des Stoffs wird keine schöne Eisenbrücke entstehen.

Bei den Massivbrücken ist die Aufgabe einfacher. Die Hauptformen, Platte, Tragbalken und Gewölbe sind so, dafs auch das ungeschulte Auge des Laien ihre statische Wirkung erkennt. Bogenstellungen und Rahmen ohne gesuchte statische und konstruktive Klügeleien ergeben immer eine gute Wirkung. Bei Steinbrücken in Quader- und Bruchsteinmauerwerk werden die Sichtflächen durch die Fugen, die Verschiedenheit der Steine in Gröfse, Gefüge und Tönung belebt. Beton- und Eisenbetonbrücken für Eisenbahnen brauchen weder Verkleidung noch Verputz. Man soll ruhig den Betoncharakter zeigen, höchstens durch besondere Behandlung und Bearbeitung des Vorsatzes die Sichtflächen beleben. In der künstlerischen Gestaltung der Brücken, der Einpassung in die Umgebung waren die Alten Meister und wir können noch viel von ihnen lernen.

Die deutsche Reichsbahnverwaltung steht heute wieder vor grofsen und schwierigen Aufgaben. Durch die zunehmende Verwendung schwerer Lokomotiven und die Einführung der Grofsgüterwagen werden hochgesteigerte Anforderungen an die Brücken gestellt. Zahlreiche Verstärkungen, Um- und Neubauten sind notwendig. Die Elektrisierung der Bahnen wird noch weitere Umwälzungen bringen. Für die Lösung der Aufgaben stehen gut geschulte Helfer zur Verfügung. Der zu höchsten Leistungen fähigen deutschen Industrie öffnet sich ein dankbares Betätigungsfeld. Mit fortschrittlichem Geist, wissenschaftlicher Gründlichkeit und zähem Arbeitswillen wird an der Höherentwicklung des Brückenbaus gearbeitet. Durch das Zusammenfassen aller Kräfte sollten Brückenbauwerke entstehen, die nicht nur betriebstechnisch einwandfrei und wirtschaftlich vorteilhaft sind, sondern auch in künstlerischer Hinsicht hochgestellten Anforderungen genügen und sich damit würdig an die von den Altmeistern deutscher Brückenbaukunst geschaffenen Vorbilder anschliefsen.

## Die neuen Lastenzüge der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft und die Verstärkung der Brücken.

Von Dr. Ing. e. h. **Schaper**.

Hierzu Abb. 1 auf Tafel 8 und Abb. 13 auf Tafel 9.

Gleich nach der Verreichlichung der Deutschen Eisenbahnen wurden die Arbeiten zur Schaffung einheitlicher Vorschriften für die Berechnung und den Entwurf der eisernen Eisenbahnbrücken aufgenommen. Zu diesem Entschlufs führte die Erkenntnis, dafs es dringend notwendig sei, die eisernen Brücken, diese empfindlichen Glieder in der Kette der Streckenbauwerke, künftig nach einheitlichen Gesichtspunkten und unter Zugrundelegung von Belastungsannahmen, die der Entwicklung des Fahrzeugbaues Rechnung tragen, zu bauen.

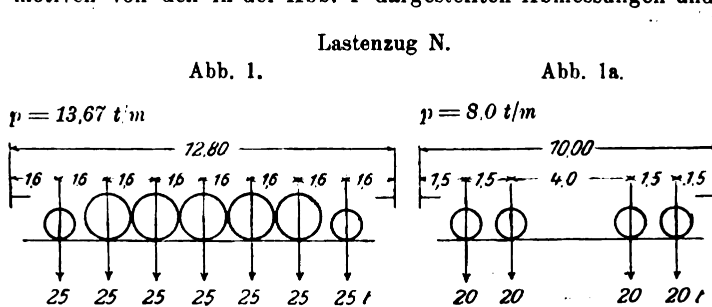
Bei der Festlegung der neuen Lastenzüge, d. h. der der Berechnung der eisernen Brücken zugrunde zu legenden Lastengruppen aus Lokomotiven und Wagen, liefs man sich von der Tatsache leiten, dafs man bisher bei der Annahme von Lastenzügen der raschen Entwicklung des Fahrzeugbaues zu wenig Rechnung getragen hatte und dafs die Eigenart der verschiedenen Reichsbahnstrecken und des von ihnen zu bewältigenden Verkehrs auch die Festsetzung verschiedener Lastenzüge erheische.

Man war sich darüber klar, dafs trotz der Ungunst der gegenwärtigen Verhältnisse die Deutsche Reichsbahn in absehbarer Zeit vor der Aufgabe stehen würde, einen schweren Massenverkehr zu bewältigen, da der feste Wille Deutschlands zum Wiederaufstieg nur über den Weg der Arbeit, der Produktion und des Verkehrs zum Ziele führen kann. Man teilte die Reichsbahnstrecken nach dem ihnen zufallenden Verkehr und nach ihren Steigungsverhältnissen grundsätzlich in drei Gattungen ein, in sogenannte N-, E- und G-Strecken. N-Strecken sind solche, die einen schweren Massenverkehr aufweisen oder in absehbarer Zeit zu erwarten haben und — abgesehen von einzelnen kurzen Steilrampen — Steigungen von 1 : 100 und mehr besitzen. Unter E-Strecken sind solche zu verstehen, die einen schweren Massenverkehr aufweisen oder in absehbarer Zeit zu erwarten haben und günstigere Steigungsverhältnisse als 1 : 100 besitzen, und alle Strecken, die einen durchgehenden Schnellzugverkehr aufweisen oder in absehbarer Zeit zu erwarten haben. Alle übrigen Strecken gehören zur Gattung G. Auf den N-Strecken kann der schwere Massenverkehr wegen der ungünstigen Steigungsverhältnisse nur mit sehr schweren Lokomotiven bewältigt werden. Auf den E-Strecken genügen zur Bewältigung des schweren Massengüter- oder Schnellzugverkehrs leichtere Lokomotiven als auf den N-Strecken. Auf den G-Strecken kann der Verkehr mit noch leichteren Lokomotiven bewältigt werden. Für die Festsetzung der Gewichte und Abmessungen der Güterwagen der Lastenzüge war die Überlegung mafsgebend, dafs bei der Beförderung schwerer Massengüter sich hohe wirtschaftliche Leistungen nur dann erzielen lassen, wenn der schwere Massengüterverkehr in geschlossenen Zügen von Grofsgüterwagen bewältigt wird.

Nach diesen Gesichtspunkten wurden für die drei Streckengattungen die drei Lastenzüge N, E und G festgesetzt. Der N-Lastenzug (Abb. 1 und 1 a) besteht aus zwei Tenderlokomotiven von den in der Abb. 1 dargestellten Abmessungen und

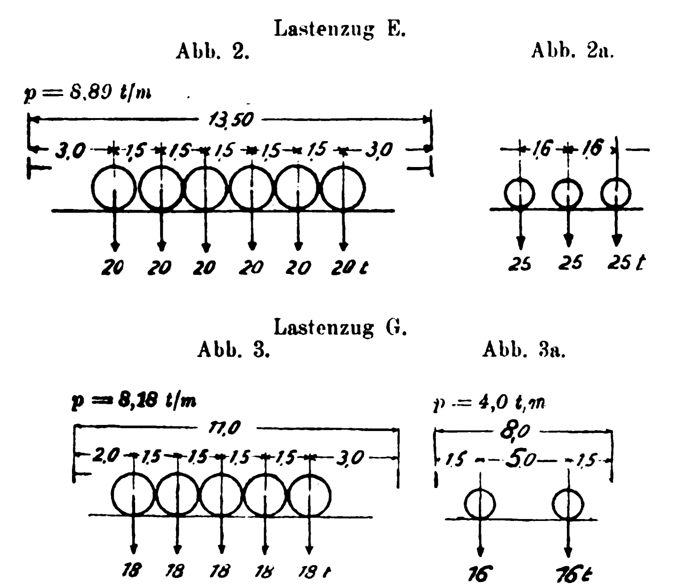
Lastenzug N.

Abb. 1. Abb. 1a.




Achslasten und einseitig oder zweiseitig angehängten Grofsgüterwagen von den in der Abb. 1 a wiedergegebenen Abmessungen und Achslasten. Die Belastung der N-Lokomotive für das lfde. m beträgt 13,67 t, die der Grofsgüterwagen 8 t. Der E-Lastenzug setzt sich zusammen aus zwei Tenderlokomotiven von den in der Abb. 2 dargestellten Abmessungen und Achslasten und einseitig oder zweiseitig angehängten Grofsgüterwagen von den in der Abb. 1 a wiedergegebenen Abmessungen. Soweit die in der Abb. 2 a angegebene Lastgruppe ungünstigere Spannungen hervorruft, ist sie an Stelle der E-Lokomotive der Berechnung zugrunde zu legen. Die Belastung der E-Lokomotive für das lfde. m beträgt 8,89 t. Der Lastenzug G besteht aus zwei Tenderlokomotiven von den in der Abb. 3 dargestellten

Abmessungen und Achslasten oder an ihrer Stelle aus zwei Grofsgüterwagen (Abb. 1 a) mit einseitig oder zweiseitig angehängten Güterwagen von den in der Abb. 3 a wiedergegebenen Abmessungen und Achslasten oder schliefslich aus einer Tenderlokomotive (Abb. 3), zwei einseitig angehängten Grofsgüterwagen (Abb. 1 a) und aus an diese sich anschliefsenden Güterwagen (Abb. 3 a). Die Belastung der G-Lokomotive für das lfde. m beträgt 8,18 t und die der Güterwagen (Abb. 3 a) 4 t.




Lastenzug E.
Abb. 2. Abb. 2a.

Lastenzug G.
Abb. 3. Abb. 3a.

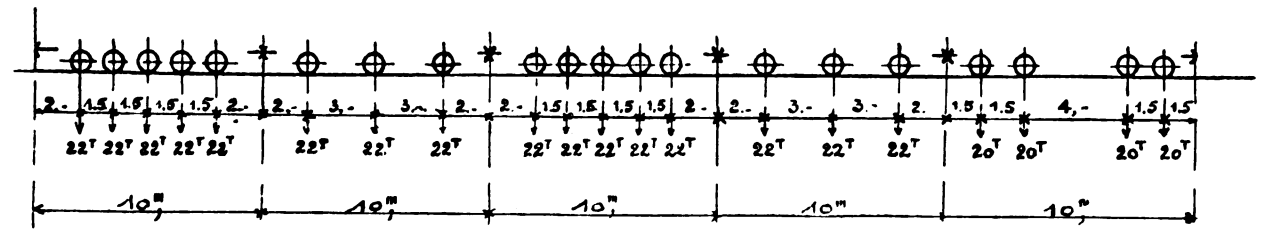
Die N-Lokomotive mit 7 Achsen von je 25 t Gewicht wird sicher in absehbarer Zeit nicht von schwereren Bauarten überholt werden, sie vereinigt in sich aller Wahrscheinlichkeit nach das Höchstmafs an Gewicht, das bei der vorgeschriebenen und durch die vielen Kunstbauten festliegenden Umgrenzung des lichten Raumes möglich ist. Auf den amerikanischen Eisenbahnen verkehren zwar schon heute Lokomotiven, die höhere Achsdrücke als die N-Lokomotive aufweisen; diese hohen Achsdrücke sind aber nur durch Ausnutzung der gröfseren Abmessungen der Umgrenzung des lichten Raumes erreicht worden. Der N-Lastenzug weist aus dem angegebenen Grunde auch keine Lastgruppe von einzelnen höheren Achsdrücken auf. Dagegen ist beim E-Lastenzuge eine Lastgruppe von drei Achsdrücken zu 25 t vorgesehen worden, weil bei der E-Lokomotive später einzelne Achsen möglicherweise höhere Achsdrücke als 20 t erreichen werden und weil bei Berücksichtigung dieser Lastgruppe die eisernen Überbauten, namentlich auch in der Fahrbahn, solche Abmessungen erhalten, dafs einzelne N-Lokomotiven auf ihnen verkehren können, was nötig ist, um die N-Lokomotiven überall von den Herstellungsorten und von den Ausbesserungswerkstätten zu ihren Verwendungsorten ohne zu grofse Beengtheit in den Wegen befördern zu können.

Die Festsetzung einheitlicher Lastenzüge für den Ausbau der grofsen Durchgangsstrecken für den internationalen Verkehr war auch schon Gegenstand der Verhandlungen des internationalen Eisenbahnverbandes. Bei den Beratungen hierüber in Florenz im April 1924 wurde den Verbandsverwaltungen der in der Abb. 4 dargestellte Lastenzug für die Berechnung der eisernen Brücken auf den dem internationalen Verkehr dienenden Linien empfohlen. Er besteht aus zwei Lokomotiven mit Tendern und einseitig angehängten Grofsgüterwagen von den in der Abb. 4 wiedergegebenen Abmessungen und Achsdrücken. Die Belastung der Lokomotiven für das lfde. m beträgt 11 t, liegt also ungefähr in der Mitte zwischen den Belastungen für das lfde. m der N- und E-Lokomotiven. Die Belastung der Lokomotiven und Tender zusammen beträgt 8,8 t, also ungefähr soviel wie die der E-Lokomotiven. Die Abmessungen und Achsdrücke der Grofsgüterwagen entsprechen genau denen des Lastenzuges N oder E.

Die endgültige Einreihung der Reichsbahnstrecken in die drei Gattungen ist in Arbeit. Die Reichsbahndirektionen haben aber schon einstweilig ihre Strecken in N-, E- und G-Strecken nach dem Zukunftsprogramm eingeteilt, die erwünschten Zukunftsgattungen der Strecken in Übersichtskarten farbig kenntlich gemacht und neben den einzelnen farbig gekennzeichneten Strecken in punktierten Farbenstrichen den tatsächlichen Zustand der Strecken hinsichtlich der Tragfähigkeit der Brücken und in gestrichelten Farbenstrichen den tatsächlichen Zustand der Strecken hinsichtlich der Tragfähigfähigkeit des Oberbaues dargestellt. Auf diese Weise sind aufserordentlich wertvolle Übersichten geschaffen, aus denen hervorgeht, wo am dringendsten Abhilfe geboten ist.

Nach der endgültigen Einteilung der Reichsbahnstrecken wird der planmäfsige Ausbau der N-, E- und G-Strecken ins Auge gefafst werden müssen. Hoffentlich werden sich die wirtschaftlichen Verhältnisse dann soweit gebessert haben, dafs die Mittel für die Durchführung dieses planmäfsigen Ausbaues bereitgestellt werden können. Auf den N-Strecken sind alle Brücken, die dem N-Lastenzuge nicht genügen, grundsätzlich nach dem N-Lastenzuge zu verstärken oder neu zu bauen. Auf den E-Strecken sollen alle für den Lastenzug E zu schwachen Brücken entweder nach dem Lastenzug E verstärkt oder nach dem Lastenzuge N neu gebaut werden. Für die Neubauten auf den E-Strecken glaubte man sich nicht auf den E-Lastenzug beschränken zu dürfen, weil die Entwicklung der E-Lokomotive zu schwereren Bauarten möglich und auch wahrscheinlich ist. Auf den G-Strecken müssen alle dem Lastenzuge G nicht genügenden Brücken nach dem Lastenzuge G verstärkt oder nach dem Lastenzuge E neu gebaut werden. Aus demselben Grunde wie bei den E-Strecken glaubte man sich für die Neubauten der G-Strecken nicht mit dem Lastenzuge G begnügen zu dürfen.


Abb. 4. Lastenzug des internationalen Eisenbahnverbands.




Leider sind noch viele Strecken vorhanden, die weit unter der Gattung G liegen. Schuld an diesem Zustande sind namentlich die durch den Krieg und seine Nachwehen geschaffenen Verhältnisse. Um auch diese schwachen Strecken nach dem Grad ihrer Tragfähigkeit unterscheiden zu können, sind sie in drei weitere Gattungen eingeteilt, in H-, I- und K-Strecken. Oberbau und Brücken genügen auf den H-Strecken dem H-Lastenzuge, der gleich dem 0,9fachen des G-Lastenzuges ist, und auf den I-Strecken dem gleich dem 0,8fachen des G-Lastenzuges gesetzten Lastenzuge I. Alle Strecken, die dem I-Lastenzuge nicht genügen, sind K-Strecken.

Es gilt nun vor allem, auf diesen Strecken alle die Brücken, die unter den jetzt auf ihnen verkehrenden Betriebsmitteln in einer den Betrieb gefährdenden Weise beansprucht werden, zu verstärken oder neu zu bauen. Der Umbau dieser schwachen Brücken wird seit Mai 1924 mit Nachdruck betrieben und soll schnell und zielbewufst in den nächsten Jahren fortgesetzt werden. An grofsen Brückenbauten, die aus dem genannten Anlafs in der Ausführung begriffen oder eingeleitet sind, seien genannt:

1. Die Elbebrücke bei Hämerten (Abb. 1a und 1b auf Taf. 8).

Der Überbau ist ein Gerberträger, der als ein geschlossenes Ganzes die ganze Weite von Deich zu Deich überbrückt. Die oberen und unteren Gurtungen der Überbauten aller Öffnungen laufen parallel. Die Überbrückungskraft der Überbauten über den gröfseren Öffnungen tritt durch die gröfseren Höhen der Überbauten in die Erscheinung. Die Übergänge zwischen den oberen Gurtungen der verschieden hohen Überbauten werden durch schräge Abstufungen der Obergurte über den Pfeilern geschaffen. Die Brückenform pafst in die flache Landschaft der Elbeniederung sehr gut hinein.

2. Die Norderelbebrücke bei Hamburg.

Die neuen Überbauten in Gestalt von Zweigelenkbogen mit Zugband treten an die Stelle der alten Lohseträger.

3. Die Elbebrücke bei Meifsen.

An die Stelle von drei Halbparallelträgern mit tiefliegender Fahrbahn tritt ein über drei Öffnungen durchlaufender Parallelträger mit halbversenkter Fahrbahn.

4. Die Warnowbrücke bei Niex in der Nähe von Rostock.

An die Stelle eines Gerberträgers mit tiefliegender Fahrbahn tritt ein Auslegerträger mit hochliegender Fahrbahn.

5. Die Emsbrücke bei Weener (Abb. 13 auf Taf. 9).

Der neue Überbau besteht aus Parallelträgern in Auslegerträgerform und einer Scherzer-Klappbrücke, deren Rollkranz auf dem benachbarten Überbau abrollt.

6. Die Lechbrücke bei Hochzoll.

An die Stelle von parallelgurtigen Gitterträgern über zwei Öffnungen tritt ein Zweigelenkbogen mit Zugband über einer Öffnung.

7. Die Neckarbrücke bei Rottweil.

Der neue zweigleisige Überbau ist ein Fachwerkträger mit tiefliegender Fahrbahn.

8. Viadukt bei Hornberg.

Der eiserne, aus Gitter- und Fachwerkträgern bestehende Viadukt wird durch einen steinernen ersetzt.

Der Umbau der für den gegenwärtigen und zukünftigen Verkehr zu schwachen Brücken erfordert erhebliche Mittel. Um diese auf ein Mindestmafs zu beschränken, sind verschiedene Mafsnahmen ergriffen worden:

1. In den »Berechnungsgrundlagen für eiserne Eisenbahnbrücken« ist oberster Leitsatz, alle Kräftewirkungen bis ins kleinste zu verfolgen, dafür aber auch mit den zulässigen Beanspruchungen so hoch zu gehen, wie es irgendwie verantwortet werden kann, um aus dem Baustoff herauszuholen, was ihm irgendwie zugemutet werden kann. Die genannten Grundlagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft werden in dieser Hinsicht von den Brückenberechnungsvorschriften der anderen grofsen Eisenbahnverwaltungen nicht erreicht. Sie sind von mancher sachverständigen Stelle aus als »kühn« bezeichnet worden.

2. Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft setzt in Gemeinschaft mit dem Deutschen Eisenbau-Verband die Versuche zur Ermittlung der zweckmäfsigsten und wirtschaftlichsten Ausbildung baulicher Einzelheiten der eisernen Brücken fort. Die wichtigsten Versuche dieser Art beziehen sich auf die Anschlüsse steifer Stäbe und die Knicksicherheit gedrückter Stäbe.

3. Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft hat eingehende Versuche zur einwandfreien Ermittlung der dynamischen Wirkungen der Fahrzeuge eingeleitet, um diese Wirkungen in zutreffender Weise, d. h. vor allem nicht zu hoch in der Rechnung berücksichtigen zu können. Versuche zur Beantwortung der Frage, ob durch Schweifsen der Schienenstöfse auf den eisernen Brücken sich die Stofswirkung der Fahrzeuge herabmindern lasse, sind mit dem Ergebnis durchgeführt worden, dafs fraglos das Schweifsen der Schienenstöfse einen sehr günstigen Einflufs auf die Beanspruchung der eisernen Brücken ausübt. Zahlenmäfsig liefs sich dieser Einflufs noch nicht genau erfassen, da die vorhandenen Spannungs- und Schwingungsmesser keine unbedingt zuverlässigen Ergebnisse liefern, wie Vergleichsversuche mit den gebräuchlichen Spannungs- und Schwingungsmessern erwiesen haben. Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft hat deshalb zur Erlangung zuverlässiger Mefsinstrumente der genannten Art jüngst ein Preisausschreiben mit ansehnlichen Preisen veranstaltet. Mit der besten Art der Spannungs- und Schwingungsmesser sollen dann später die Versuche zur Ermittlung der dynamischen Wirkungen der Fahrzeuge wieder aufgenommen werden.

4. Es sind Bruchversuche mit ausgebauten alten Brücken angestellt und weitere solche Versuche angeordnet worden, um aus ihnen neue Anhaltspunkte für die zweckmäfsige und wirtschaftliche Gestaltung der baulichen Ausbildung der eisernen Brücken zu gewinnen.

5. Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft hat einem Baustoff, der edler als das seit 1895 für die Eisenbauten verwendete Flufseisen ist, dem sogenannten hochwertigen Baustahl die Wege geebnet. Sie hat dies in der festen Überzeugung getan, dafs sie durch Einführung des hochwertigen Baustahls selbst erhebliche wirtschaftliche Vorteile erzielen und der deutschen Volkswirtschaft einen grofsen Dienst erweisen wird. Der hochwertige Baustahl hat eine Bruchhaftigkeit von 48 bis 58 kg/qmm, während die des Flufseisens zwischen 37 und 44 kg/qmm liegt. Dadurch, dafs dem neuen Baustoff gegenüber dem Flufseisen eine um 30 % höhere Beanspruchung zugemutet werden kann, werden die Brücken aus dem hochwertigen Baustahl erheblich leichter als die aus Flufseisen. Der Abnahme des Gewichts entspricht zwar nicht eine gleiche Abnahme der Kosten, da der edlere Baustoff naturgemäfs teurer als der weniger edle ist. Immerhin springen schon jetzt trotz des Aufpreises für den hochwertigen Baustahl bei seiner Verwendung nicht unerhebliche Ersparnisse heraus, die sich im Laufe der Zeit steigern werden, da wohl sicher damit gerechnet werden kann, dafs sich bei Erhöhung der Herstellungsmenge und bei gröfserer Vertrautheit mit der Herstellungsart der gegenwärtige Aufpreis senken wird.

## Berechnung von Druckstäben.

Von Reichsbahnoberrat Dr. Ing. **Kommerell** im Eisenbahnzentralamt in Berlin.

Über das Knickproblem ist schon aufsergewöhnlich viel geschrieben worden, ich glaube aber sagen zu können, dafs wenigstens für die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft das Problem nunmehr zu einem gewissen Abschlufs gekommen ist, nachdem die bekannten Versuche des Deutschen Eisenbauverbands und v. Bachs über die Knickspannungen Klarheit geschaffen haben, und nachdem man sich im Knickausschufs über die verschiedenen Vorschläge geeinigt hat. Dabei ist die von Professor Dr. Ing. Gehler

eingeführte »Gebrauchsformel« *) für den unelastischen Bereich mit dem $\omega$-Verfahren der Deutschen Reichsbahn in Einklang gebracht, auch ist im wesentlichen meinen, vom Standpunkt der Reichsbahn aufgestellten Forderungen **) Rechnung getragen. Die Einigung ist auf folgender Grundlage erzielt:

1. Die Knickspannungen $\sigma_K$ werden wie in den »Berechnungsgrundlagen« ***) angenommen, der Elastizitätsmodul E wird jedoch bei Flufsstahl St 37 (Flufseisen 37 bis 45 kg/qcm) mit $E = 2100000$ kg/qcm in die Rechnung eingeführt.

Die Knickspannungen von $\lambda = 0$ bis $\lambda = 60$ werden gleich der Spannung an der Quetschgrenze (= mittlere Streckgrenze) gesetzt. Von $\lambda > 100$ gelten die Eulerwerte. Es ist nun ziemlich gleichgültig, ob man für den Bereich zwischen $\lambda = 60$ und $\lambda = 100$ die Knickspannungslinie geradlinig, wie es nach den »Berechnungsgrundlagen« geschieht, annimmt oder ob man einen allmählichen Übergang in einer gekrümmten Linie zugrunde legt, denn dies drückt sich — wie aus dem folgenden hervorgeht — nur in der Knicksicherheit aus, die aber bei dem bekannten $\omega$-Verfahren nicht mehr im einzelnen nachgewiesen zu werden braucht.

2. Die für den Eisenhochbau entweder nach der »Gebrauchsformel« oder nach dem $\omega$-Verfahren ermittelten Werte müssen dieselben sein wie im Eisenbrückenbau.

3. Bei der Grundspannung $\sigma_{zul} = 1400$ kg/qcm (zulässige Zug- und Biegungsspannung bei Flufsstahl St 37) soll die Knicksicherheit innerhalb des elastischen Bereichs (Eulerwerte) $\nu = 3{,}5$ sein. (Derselbe Knicksicherheitsgrad wird bei anderen Stahlsorten nnd bei denselben Belastungsannahmen gefordert, die »Grundspannung« wird jedoch im Verhältnis der mittleren Streckgrenzen erhöht.)

4. Für $\lambda = 0$ soll die zulässige Druckspannung $\sigma^0_{dzul}$ gleich der »Grundspannung« $\sigma_{zul}$ (im obigen Beispiel = 1400 kg/qcm) sein.

5. Die Druckspannungen $\sigma_{dzul}$ zwischen $\lambda = 0$ und $\lambda = 100$ liegen auf einer Parabel, die ihren Scheitel bei $\sigma^0_{dzul} = \sigma_{zul}$ hat und die durch den Punkt $\sigma^{100}_{dzul}$ geht. (Von dieser Parabel leitet Professor Dr. Ing. Gehler seine »Gebrauchsformel« ab, die die von Ostenfeld†) eingeführten »Profilwerte« benützt.)

6. Wenn wegen anderer Belastungsannahmen die »Grundspannungen« $\sigma_{zul}$ herauf- oder herabgesetzt werden, so ist die Knicksicherheit $\nu$ sowohl im elastischen als auch im unelastischen Bereich im Verhältnis der Grundspannungen zu erniedrigen oder zu erhöhen.

(Dies führt dazu, dafs bei demselben Werkstoff bei allen Belastungsfällen dasselbe $\omega$ gilt.)

Im folgenden wird nun das $\omega$-Verfahren der Deutschen Reichsbahn und die »Gebrauchsformel« nach dem jetzigen Stand entwickelt.

## I. Mittiger Kraftangriff.

### A. $\omega$ Verfahren.

Ist J das Trägheitsmoment, F der Stabquerschnitt (wobei die Nietlöcher der Druckstäbe nicht abzuziehen sind) und $i = \sqrt{\frac{J}{F}}$ der Trägheitshalbmesser, so ist bei mittigem Kraftangriff die errechnete Längskraft P je nach dem Schlankheitsgrad $\lambda = \frac{s_K}{i}$ und dem Baustoff mit der entsprechenden, in der Tafel I angegebenen Knickzahl $\omega$ zu multiplizieren. Für jeden Druckstab ist der Wert $\omega$ mal Schwerpunktsspannung $= \frac{\omega . P}{F}$ nachzuweisen und dem Wert $\sigma_{zul}$ (= zulässige Zug- und Biegungsspannung, beispielsweise (= 1400 kg/qcm) gegenüberzustellen.

Es soll also sein

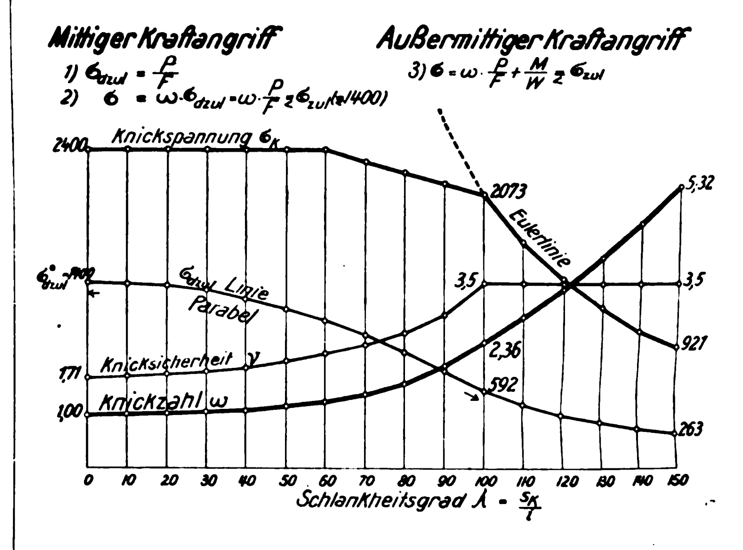
$$1) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \sigma = \omega \, . \, \frac{P}{F} \lesssim \sigma_{zul} \, (\lesssim 1400).$$

Die Knickzahl $\omega$ kann aufgefafst werden als der, die Knickverhältnisse berücksichtigende Beiwert, mit dem die Druckkraft P multipliziert werden mufs, damit der Stab wie ein gewöhnlicher Zugstab behandelt werden kann.

#### 1. Knickspannungen $\sigma_K$.

Nach den »Berechnungsgrundlagen« sind die Endpunkte der von einer Wagerechten aus aufgetragenen Knickspannungen $\sigma_K$, d. h. der Schwerpunktsspannungen im Augenblick des Ausknickens zwischen $\lambda = 0$ und $\lambda = 60$ auf einer im Abstande $\sigma_s$ (Spannung an der mittleren Quetschgrenze) zur Abszissenachse (Textabb.) gezogenen Parallelen, bei $\lambda > 100$ auf der Eulerlinie

$$2) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \sigma_K = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$$




und zwischen $\lambda = 60$ und $\lambda = 100$ auf einer die genannte Parallele mit der Eulerlinie verbindenden Geraden anzunehmen. Z. B. ergibt sich für Flufsstahl St 37 mit einer mittleren Streckgrenze $\sigma_s = 2400$ kg/qcm, einem Elastizitätsmafs $E = 2100000$ kg/qcm die in der Abb. 1 dargestellte Knickspannungslinie. Die entsprechenden Werte $\sigma_K$ sind in der Zahlentafel I für die verschiedenen Schlankheitsgrade zwischen $\lambda = 0$ und $\lambda = 150$ angegeben. Stäbe mit gröfserem Schlankheitsgrad als $\lambda = 150$ dürfen im allgemeinen nicht verwendet werden.

#### 2. Knicksicherheit $\nu$.

Bezeichnet $\nu$ den Grad der Knicksicherheit, so besteht zwischen der Knickspannung $\sigma_K$ und der zulässigen Druckspannung $\sigma_{dzul}$ die Beziehung:

$$3) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \nu = \frac{\sigma_K}{\sigma_{dzul}}.$$

Für $\lambda = > 100$ soll (bei $\sigma_{zul} = 1400$) $\nu = 3{,}5$ sein. Die Knicksicherheit braucht in den Festigkeitsberechnungen nicht nachgewiesen zu werden.

*) Siehe „Die Baunormung" vom 15. März 1924.

**) Siehe „Der Bauingenieur" 1924, Seite 150.

***) Siehe Vorschriften für Eisenbauwerke, Grundlagen für das Entwerfen und Berechnen eiserner Eisenbahnbrücken (kurz „Berechnungsgrundlagen" genannt). Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. Berlin 1925.

†) Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1902, S. 1858.

### 3. Knickzahl $\omega$.

Setzt man die zulässige Druckspannung

$$4) \quad \sigma_{dzul} = \frac{P}{F},$$

so mufs nach oben die zulässige Zug- und Biegungsspannung

$$5) \quad \sigma_{zul} = \frac{\omega \cdot P}{F} = \omega \cdot \sigma_{dzul}$$

sein. Hieraus wird die Knickzahl

$$6) \quad \omega = \frac{\sigma_{zul}}{\sigma_{dzul}} = \frac{\sigma_{zul}}{\sigma_K} \cdot \nu.$$

### 4. Zulässige Druckspannungen $\sigma_{dzul}$.

Für Stäbe mit $\lambda \geq 100$ wird aus 3) $\sigma_{dzul} = \frac{\sigma_K}{\nu} = \frac{\sigma_K}{3,5}$. Die $\sigma_{dzul}$-Werte ergeben sich aus den Eulerwerten mit $E = 2100000$ kg/qcm wie in Tafel I angegeben. Z. B. für $\lambda = 100$ bei Flufsstahl St 37 $\sigma_{dzul}^{100} = \frac{2073}{3,5} = 592$ kg/qcm.

Für $\lambda = 0$ soll die zulässige Druckspannung $\sigma_{dzul}^0 = \sigma_{zul}$ (zulässige Zug- und Biegungsspannung) sein, also z. B. $= 1400$ kg/qcm bei Flufsstahl St 37.

Die Werte $\sigma_{dzul}$ für $\lambda \gtreqless {}^{0}_{100}$ erhält man, indem man (s. Abb. Seite 106) den Punkt $\sigma_{dzul}^0$ mit $\sigma_{dzul}^{100}$ durch eine Parabel mit dem Scheitel bei $\lambda = 0$ verbindet. Im vorliegenden Fall (Flufsstahl St 37) ist $\sigma_{dzul}^{100} = 592$. Die Gleichung der Parabel lautet

$$7) \quad \lambda^2 = 2p\,(\sigma_{dzul}^0 - \sigma_{dzul}).$$

Für $\lambda = 100$ wird $2p = \frac{10000}{\sigma_{dzul}^0 - \sigma_{dzul}^{100}}$, also

$$8) \quad \lambda^2 = \frac{10000}{\sigma_{dzul}^0 - \sigma_{dzul}^{100}}\,(\sigma_{dzul}^0 - \sigma_{dzul}).$$

Für Flufsstahl St 37 wird $\lambda^2 = \frac{10000}{1400 - 592}(1400 - \sigma_{dzul})$, woraus

$$9) \quad \sigma_{dzul} = 1400 - 0,0808\,\lambda^2 \text{ für } \lambda \gtreqless {}^{0}_{100} \text{ und}$$

$$10) \quad \sigma_{dzul} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2 \cdot \nu} = \frac{\pi^2 \cdot 2100000}{\lambda^2 \cdot 3,5} \text{ für } \lambda \geq 100.$$

Siehe Zahlentafel I, in der die Werte für hochwertigen Baustahl St < 58 sinngemäfs berechnet sind.

Die Werte für die Knickzahl $\omega = \frac{\sigma_{zul}}{\sigma_{dzul}} = \frac{1400}{\sigma_{dzul}}$ gehen ebenfalls aus der Zahlentafel I hervor. Die Linien für $\sigma_K$, $\sigma_{dzul}$, $\omega$ und $\nu$ zeigt die Abbildung.

Ist bei demselben Werkstoff z. B. St 37 bei einem andern Belastungsfall I $\sigma_{zul}^I = 1200$ kg/qcm, so ergeben sich die Knicksicherheiten $\nu^I$, da ja die Knickzahlen $\omega$ dieselben sind,

$$\nu^I = \frac{1400}{1200} \cdot \nu \text{ und es wird ferner } \sigma_{dzul} = \frac{1200}{\omega}.$$

Siehe folgende Zahlentafel I.

Das $\omega$-Verfahren hat den grofsen Vorzug, dafs es das Knickproblem sowohl im unelastischen als auch im elastischen Bereich in derselben Formel umfafst, es ist überaus klar, einfach und leicht verständlich. Es dient hauptsächlich zum Nachweis der Spannungen, wenn der Querschnitt schon gefunden ist.

Für das Auffinden des Querschnitts selbst leisten die »Gebrauchsformeln« gute Dienste.

### B. Gebrauchsformeln.

a) $\lambda \gtreqless {}^{0}_{100}$ — unelastischer Bereich.

Setzt man in Gl. 9) $\sigma_{dzul} = \frac{P}{F_{erf}}$, so wird bei Flufsstahl St 37 und $\sigma_{zul} = 1400$ kg/qcm

$$\sigma_{dzul} = \frac{P}{F_{erf}} = 1400 - 0,0808\,\lambda^2,$$

### Zahlentafel I.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Flufsstahl St 37; $\sigma_B = 2400$; $E = 2100000$ | | | | | Hochwertiger Baustahl St 48 $\sigma_B = 3120$; $E = 2100000$ | | | | | |
| Schlankheitsgrad $\lambda = \frac{s_K}{i}$ | Knickspannung $\sigma_K$: $\lambda > 0 \leq 60$ $\sigma_K = 2400$; $\lambda > 60 \leq 100$ $\sigma_K = 2890,5 - 8,175\lambda$; $\lambda \geq 100$ $\sigma_K = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$ | Knickzahl $\omega$ | $\frac{\Delta\omega}{\Delta\lambda}$ | Bei $\sigma_{zul} = 1200$ (Belastungsfall I) wird $\sigma_{dzul} = \frac{\sigma_{zul}}{\omega}$ | Bei $\sigma_{zul} = 1400$ (Belastungsfall II) wird $\sigma_{dzul} = \frac{\sigma_{zul}}{\omega}$ | Knickspannung $\sigma_K$: $\lambda > 0 \leq 60$ $\sigma_K = 3120$; $\lambda > 60 \leq 100$ $\sigma_K = 4690,5 - 26,175\lambda$; $\lambda \geq 100$ $\sigma_K = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$ | Knickzahl $\omega$ | $\frac{\Delta\omega}{\Delta\lambda}$ | Bei $\sigma_{zul} = 1560$ (Belastungsfall I) wird $\sigma_{dzul} = \frac{\sigma_{zul}}{\omega}$ | Bei $\sigma_{zul} = 1820$ (Belastungsfall II) wird $\sigma_{dzul} = \frac{\sigma_{zul}}{\omega}$ | Schlankheitsgrad $\lambda = \frac{s_K}{i}$ |
| 0 | 2400 | 1,00 | 0,001 | 1200 | 1400 | 3120 | 1,00 | 0,001 | 1560 | 1820 | 0 |
| 10 | | 1,01 | 0,001 | 1188 | 1392 | | 1,01 | 0,002 | 1545 | 1808 | 10 |
| 20 | | 1,02 | 0,003 | 1176 | 1368 | | 1,03 | 0,003 | 1529 | 1771 | 20 |
| 30 | | 1,05 | 0,005 | 1132 | 1327 | | 1,06 | 0,006 | 1472 | 1709 | 30 |
| 40 | | 1,10 | 0,007 | 1091 | 1271 | | 1,12 | 0,008 | 1393 | 1624 | 40 |
| 50 | | 1,17 | 0,009 | 1026 | 1198 | | 1,20 | 0,012 | 1300 | 1513 | 50 |
| 60 | | 1,26 | 0,013 | 952 | 1109 | | 1,32 | 0,017 | 1182 | 1378 | 60 |
| 70 | 2318 | 1,39 | 0,020 | 863 | 1004 | 2858 | 1,49 | 0,027 | 1047 | 1218 | 70 |
| 80 | 2237 | 1,59 | 0,029 | 755 | 883 | 2597 | 1,76 | 0,045 | 886 | 1034 | 80 |
| 90 | 2155 | 1,88 | 0,048 | 638 | 746 | 2335 | 2,21 | 0,086 | 706 | 825 | 90 |
| 100 | 2073 | 2,36 | 0,050 | 508 | 592 | 2073 | 3,07 | 0,065 | 508 | 592 | 100 |
| 110 | 1713 | 2,86 | 0,055 | 420 | 489 | 1713 | 3,72 | 0,071 | 420 | 489 | 110 |
| 120 | 1439 | 3,41 | 0,059 | 352 | 411 | 1439 | 4,43 | 0,077 | 352 | 411 | 120 |
| 130 | 1226 | 4,00 | 0,064 | 300 | 350 | 1226 | 5,20 | 0,083 | 300 | 350 | 130 |
| 140 | 1057 | 4,64 | 0,068 | 259 | 302 | 1057 | 6,03 | 0,089 | 259 | 302 | 140 |
| 150 | 921 | 5,32 | | 226 | 263 | 921 | 6,92 | | 226 | 263 | 150 |

Zwischenwerte sind geradlinig einzuschalten.

woraus $F_{erf} = \frac{P}{1400} + \frac{0,0808}{1400} \cdot F_{erf} \cdot \lambda^2$; mit $\lambda = \frac{s_K}{i} = \frac{s_K}{\sqrt{\frac{J}{F_{erf}}}}$

wird

11) .... $F_{erf} = \frac{1400}{P} + \frac{0,577}{10000} \cdot \frac{F^2_{erf}}{J} \cdot s_K^2$.

Setzt man $\frac{F_{erf}}{i^2} = \frac{F^2_{erf}}{J} = k$ (dem sog. Profilwert, der sich nur langsam mit dem Querschnitt ändert), so ergibt sich, wenn noch P in t, $s_K$ in m eingesetzt wird, die Gebrauchsformel

12) ..... $F_{erf} = \frac{P}{1,4} + 0,577\, k \cdot s_K^2$ (Gebrauchsformel bei $\sigma_{zul} = 1400$).

In die Formel 12) sind für k zunächst Näherungswerte einzusetzen. (In der Hütte, 24. Auflage, Bd. I, S. 623 ist der Profilwert mit $\xi$ bezeichnet, dort finden sich für einige Querschnitte Angaben). Nach vorläufiger Bestimmung von F und J ist mit dem genauen Wert von k die Rechnung zu wiederholen. Dabei ist darauf zu achten, dafs für J das kleinste Trägheitsmoment einzusetzen ist. Statt den genauen Wert von $F_{erf}$ nachzurechnen, kann auch aus dem zu berechnenden Schlankheitsgrad $\lambda = \frac{s_K}{i}$ die Knickzahl $\omega$ der Zahlentafel I entnommen werden, womit sich dann die Spannung $\sigma = \frac{\omega P}{F}$ ergibt, die dem Wert $\sigma_{zul}$ gegenüberzustellen ist.

Die Gebrauchsformeln sind in Zahlentafel II für die verschiedenen Belastungsfälle und für verschiedene Baustoffe angegeben.

b) $\lambda > 100$ — elastischer Bereich.

Bei $\nu$-facher Knicksicherheit ist

13) ... $\sigma_{dzul} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2 \cdot \nu} = \frac{P}{F_{erf}} = \frac{\pi^2 E \cdot J_{erf}}{s_K^2 \cdot F_{erf} \cdot \nu}$ daraus

Es sollen zwei **[**-Eisen verwendet werden, die so weit auseinander gerückt werden, dafs die Trägheitsmomente, bezogen auf beide Hauptachsen, gleich grofs werden. Für diesen Fall gibt Ostenfeld $k = 1,2$ an; da die Berechnung zunächst ohne exzentrischen Lastangriff durchgeführt werden soll, so darf die Spannung den Wert $\sigma_{zul} = 1200$ kg/qcm (Belastungsfall I) nicht überschreiten.

Nach Spalte 2 der Tafel II wird der erforderliche Querschnitt:

$$F_{erf} = \frac{P}{1,2} + 0,577 \cdot k \cdot s_K^2 = \frac{32,6}{1,2} + 0,577 \cdot 1,2 \cdot 4,0^2$$
$$= 27,17 + 11,08 = 38,25 \text{ qcm}.$$

Mit ][ für den Eisenbahnwagenbau $14\frac{1}{2}$ wird

$F = 2 \cdot 19,8 = 39,6$ qcm,

$J = 2 \cdot 585 = 1170$ cm⁴

$K = \frac{F^2}{J} = \frac{39,6^2}{1170} = 1,34$, also

$F_{erf} = 27,17 + 11,08 \cdot \frac{1,34}{1,20} = 27,17 + 12,37 = 39,54$ qcm.

Der gewählte Querschnitt genügt also für den Belastungsfall I.

Wollte man nach dem $\omega$-Verfahren die Spannung ermitteln, so wäre

$$i = \sqrt{\frac{J}{F}} = \sqrt{\frac{1170}{39,6}} = 5,435$$

$$\lambda = \frac{s_K}{i} = \frac{400}{5,435} = 73,6 \quad (s_K \text{ in cm!}).$$

(Es empfiehlt sich stets, auch wenn das $\omega$-Verfahren nicht angewendet wird, den Schlankheitsgrad $\lambda$ zu ermitteln, damit man weifs, welche Gebrauchsformel anzuwenden ist.)

Spalte 3 und 4 der Tafel I liefern die Knickzahl $\omega = 1,39 + 0,020 \cdot 3,6 = 1,46$, damit wird die Spannung

$$\sigma = \frac{1,46 \cdot 32\,600}{39,6} = \sim 1200 \text{ kg/qcm (zulässig 1200).}$$

Zahlentafel II. Gebrauchsformeln.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| Schlankheitsgrad | Flufsstahl St 37; $\sigma_S = 2400$; $E = 2\,100\,000$ | | Hochwertiger Baustahl St 48; $\sigma_S = 3120$; $E = 2\,100\,000$ | |
| $\lambda$ | Belastungsfall I, $\sigma_{zul} = 1200$ | Belastungsfall II, $\sigma_{zul} = 1400$ | Belastungsfall I, $\sigma_{zul} = 1560$ | Belastungsfall II, $\sigma_{zul} = 1820$ |
| $\lambda \geq 0$, $\lambda \leq 100$ unelast. Ber. | $F_{erf} = \frac{P}{1,2} + 0,577\,k \cdot s_K^2$ | $F_{erf} = \frac{P}{1,4} + 0,577\,k \cdot s_K^2$ | $F_{erf} = \frac{P}{1,56} + 0,675\,k \cdot s_K^2$ | $F_{erf} = \frac{P}{1,82} + 0,675\,k \cdot s_K^2$ |
| $\lambda \geq 100$ elast. Ber. | $J_{erf} = 1,97\,P \cdot s_K^2$ | $J_{erf} = 1,69\,P \cdot s_K^2$ | $J_{erf} = 1,97\,P \cdot s_K^2$ | $J_{erf} = 1,69\,P \cdot s_K^2$ |

Hierin ist P in t, $s_K$ in m einzusetzen, um $F_{erf}$ und $J_{erf}$ in cm zu erhalten.

$k = \frac{F^2}{J}$ ist der „Profilwert".

14) ....... $J_{erf} = \frac{\nu \cdot P \cdot s_K^2}{\pi^2 E}$.

Beispielsweise wird im Belastungsfall II mit $\sigma_{zul} = 1400$ kg/qcm bei Flufsstahl St 37 und $\nu = 3,5$

15) .. $J_{erf} = \frac{3,5 \cdot 10^7}{\pi^2 \cdot 2100000} P \cdot s_K^2 = 1,69\, P \cdot s_K^2$,

wo J in cm⁴; P in t und $s_K$ in m.

Beispiel. Eine Säule eines Hochbaus aus Flufsstahl St 37 wird mit $P = 32,6$ t bei einer Länge $s_K = 4,00$ m belastet.

**II. Aufsermittiger Kraftangriff.**

Bei Druckstäben mit aufsermittigem Kraftangriff oder bei Druckstäben, die neben einer mittigen Druckkraft von einem Biegungsmoment M beansprucht werden, darf die aus der Formel

16) ..... $\sigma = \frac{\omega \cdot P}{F} + \frac{M}{W_n}$

errechnete Kantenpressung (Randspannung) den entsprechenden Wert $\sigma_{zul}$ nicht überschreiten ($W_n$ = Widerstandsmoment des Stabquerschnitts mit Nietabzug). Die »Gebrauchsformeln« können hier nicht verwendet werden.

## Eiserne Bahnbrücken unter bewegter Last.

Von Dr. Heinrich Saller, Regensburg.

Noch nicht allzulange ist die Erkenntnis durchgedrungen, dafs an Bauwerken unter bewegter Last neben der Statik auch die Dynamik zu ihrem Recht kommen mufs. Die älteren, selbst noch die in mittleren Jahren stehenden Ingenieure werden sich erinnern, an der Hochschule den Begriff »Dynamik« kaum vom Hörensagen kennen gelernt zu haben. Ich erinnere mich,

schon längst in der Ausübung stehend, Föppls »Dynamik« in die Hand bekommen und ihr mit Verwunderung entnommen zu haben, dafs die für die Ausübung so wichtige Schwingungstheorie hier als völlig abgeschlossene Lehre sich förmlich neu auftat. Inzwischen hat sich die Aufmerksamkeit auf allen möglichen Gebieten, dem des Maschinenbaues, des Brückenbaues, des Eisenbahnoberbaues, ja selbst dem des Hochbaues, kurz, überall wo man es mit bewegten Lasten und deren Wirkungen zu tun hat, der Dynamik zugewendet. In neuerer Zeit ist das Fachschrifttum mit einer Flut von Mitteilungen über Theorie der Dynamik, über immer wieder neue Vorrichtungen zu Beobachtungen dynamischer Formänderungen und über Ergebnisse solcher Beobachtungen erfüllt. Die Sache beginnt sich schon fast zu einem Sonderfach auszubilden, dem der in allgemeiner Berufsausübung stehende Ingenieur nur schwer mehr zu folgen vermag.

Eine besonders hervorstechende Rolle spielen die Wirkungen der bewegten Lasten an eisernen Bahnbrücken. Gerade hier empfindet man es längst als besonderen Rückstand, dafs die dynamischen Einflüsse in hohen Prozentzahlen roh geschätzt werden müssen, während anderseits die statischen Belange bis ins Kleinste abgewogen werden können. Auf dem Gebiete der eisernen Bahnbrücken haben die letzten Jahre eine ganze Reihe von Aufsehen erweckenden Veröffentlichungen gebracht. Man scheint dabei immer mehr zu der Einsicht zu gelangen, dafs die Wirkung der bewegten Last ein überaus verwickelter Vorgang ist, der sich aus einer ganzen Reihe von Einzelwirkungen zusammensetzt. Diese sechs bis sieben Einzelwirkungen lagern sich in Schwingungen übereinander und können mit ungleichen Vorzeichen auftreten, derart, dafs sich ganz verschiedene Erscheinungen ergeben, selbst wenn ein und derselbe Zug mit gleicher Geschwindigkeit wiederholt über dieselbe Brücke fährt.

Von allen Seiten wird die Aufgabe angefafst, vielfach tastend und suchend auf Wegen, die vermutlich nicht zum Ziele führen und wieder verlassen werden müssen; aber der Eifer, der aus allen diesen Bestrebungen zu Tage tritt, bürgt allein schon dafür, dafs die Sache nicht zur Ruhe kommen wird, bis sie die Erledigung gefunden haben wird, die menschliche Erkenntnis beim heutigen Stand der Wissenschaft ihr zuteil werden lassen kann. Freilich wird der Erfolg weder schnell noch einfach sein. Nur der, der in die Verhältnisse der dynamischen Einflüsse keinen Einblick hat, wird von einer einmaligen, wenn auch grofs angelegten Reihe von Versuchen und Beobachtungen einen schnellen, abschliefsenden Erfolg erwarten. Die Bauwerke, an denen wir mit unseren Beobachtungen ansetzen, sind ja alle ohne eingehende Kenntnis und Berücksichtigung dynamischer Gesichtspunkte erbaut. Stofsziffern, die wir an solchen, sagen wir, dynamisch mangelhaften Bauwerken feststellen, zu verewigen, kann nicht Aufgabe sein. Es kann sich zunächst nur darum handeln, dafs an die Frage wenigstens einmal gründlich herangegangen wird und zwar nicht nur in einem Lande, sondern in möglichst vielen. Man wird dann — und soweit sind wir eigentlich schon — erkennen, dafs die Aufgabe erst bei näherer Befassung ihre ganzen Schwierigkeiten enthüllt. Man wird aber dabei sicherlich auf einzelne Gesichtspunkte und Erfahrungen kommen, die sich verwerten lassen. Man wird z. B. erkennen, dafs wir die Eisenbahnbrücken von den Schienenstöfsen zu befreien suchen müssen; man wird einsehen, dafs das Übel da angepackt werden mufs, wo es auftritt, nämlich an der Fahrbahn, und dafs wir hier ein stofsmilderndes Mittel — sagen wir z. B. eine durchlaufende kräftige Holzslangchwelle mit Pappelholzplattenschutz oder ähnliches — einlegen müssen. Man wird weiter vielleicht bemerken, dafs wir uns in den Trägerhöhen unter vermehrtem Stoffaufwand durchwegs einer gewissen Beschränkung befleifsigen müssen, und dafs wir den auf Biegung beanspruchten Gliedern überall eine gewisse Mindestformänderung sichern müssen. Man wird noch auf manches andere kommen. Man wird auf neue Brücken an Hand dieser Beobachtungen neue Grundsätze anwenden und vielleicht zum Teil an bestehenden Brücken einzelne dieser Grundsätze nachträglich anwenden. Man wird an diesen neuen oder abgeänderten Brücken wieder Beobachtungen anstellen, man wird manches gebessert finden, manche Enttäuschungen erleben, neue Schwierigkeiten hervortreten sehen. So wird man im Laufe vieler Jahre der Lösung immer näher kommen, aber es wird immer ein vielleicht nicht unbedeutender Bodensatz übrig bleiben, den wir in ein Stofszifferbecken hineingiefsen müssen. Hierfür spricht schon der Umstand, dafs wir ja nicht allein von den Eigenschaften der Brücken selbst, die wir bis zu einem gewissen Grade in der Hand haben, sondern auch von den Unregelmäfsigkeiten der Fahrzeuge abhängig sind. Aber dieser Bodensatz wird immer kleiner werden und der gegenwärtige Zustand, wobei wir statisch an mm und kg knausern und dynamisch roh nach Tonnen schätzen, wird einem besseren Platz machen. Und wenn die, die nach uns kommen, vielleicht in 10 oder 20 Jahren wieder einen Rückblick anstellen, dann werden sie erkennen, dafs sie dem Ziel näher gekommen sind, dafs aber immer noch zu tun übrig ist. Aber nicht nur Beobachtung und Erfahrung allein wird den Ausschlag geben, sondern, von diesen befruchtet, wird die Theorie mitzuarbeiten und vielleicht das entscheidende Wort zu sprechen haben.

Hand in Hand mit den Beobachtungen und Arbeiten im Brückenwesen werden die an Eisenbahnoberbau zu gehen haben. Dieser unterliegt ja genau den nämlichen Verkehrsbelastungen und Einflüssen wie die Brücken; die Verhältnisse liegen hier nur etwas anders. Einerseits ist die Trägerform eine einfachere, anderseits aber die Belastungsform in Ermangelung fester Auflagerung eine viel verwickeltere.

Alle bisherigen Beobachtungen scheinen vor allem darunter zu leiden, dafs mit Feuereifer mitten in die Sache gegangen wird, ohne dafs genügende Sicherheit über die Grundlage, die Brauchbarkeit und Zuverlässigkeit der Mefswerkzeuge besteht. Diese Mefswerkzeuge nehmen immer mehr eine Vielgestaltigkeit an, die nach einer sorgfältigen Sichtung und Ausscheidung alles Unzulänglichen verlangt. Die schweizerischen Bundesbahnen haben ein ganzes Heft allein über ihre Mefsapparate für Brückenuntersuchungen zusammengestellt. Neuerlich scheinen vom Zentralamt Berlin Versuche unternommen worden zu sein, die die Brauchbarkeit einer Reihe von Mefswerkzeugen mit Namen von gutem Klang, z. B. des zur Zeit viel genannten und in Benützung befindlichen holländischen Okhuizen-Spannungsmessers, für Brückenbeobachtungen in Zweifel ziehen und zunächst anscheinend den Geigerschen Spannungsmesser und Vibrographen an die erste Stelle rücken*). Es ist natürlich sehr bedauerlich, wenn einstweilen geleistete, umfangreiche Beobachtungsarbeit sich nachträglich deshalb als verfehlt erweist, weil das verwendete Mefswerkzeug nicht einwandfrei war.

Ein weiterer Mangel scheint darin zu liegen, dafs man sich bezüglich der zu beobachtenden Verkehrslasten immer wieder so gut wie ausschliefslich auf Lokomotiven beschränkt. Um zum Ziele zu gelangen, wird man immer vom Einfachen auszugehen und von da erst auf das Verwickeltere überzugreifen haben. Das Einfachste ist aber die Einzellast. Bei den Lokomotiven stehen die Lasten so dicht, dafs sie in ihren Wirkungen schon bei kleinen Tragwerken einander übergreifen. Diese Wirkungen sind durch die hin und her gehenden Massen so beeinflufst, dafs sie Zeichen der Unberechenbarkeit an sich tragen. Die Bauarten der Lokomotiven sind sowohl im Vergleich zwischen den einzelnen Ländern als auch innerhalb der Länder

*) Der Aufsatz ist schon vor einiger Zeit geschrieben. Inzwischen hat das Zentralamt ein Preisausschreiben erlassen.

selbst so verschieden, dafs Vergleichsmöglichkeiten von vornherein erschwert sind. Die Lokomotiven sind natürlich schon deshalb nicht auszuscheiden, weil sie bei den Versuchen die bewegende Kraft darstellen, aber man sollte nie die Versuche auf Lokomotiven beschränken, sondern immer noch Wagen grofsen Radstandes, vielleicht auch Drehgestellwagen anhängen. Man könnte sogar Normale für solche Beobachtungszüge aufstellen, die allgemein eingehalten werden könnten.

Um der immer mehr aufdämmernden Erkenntnis von der Bedeutung der Dynamik für Beurteilung und Bau eiserner Brücken Ausdruck zu verleihen, hat kürzlich ein bekannter schweizerischer Brückeningenieur bezeichnenderweise das Wort geprägt, dafs die Ingenieure, die eiserne Brücken berechnen, eigentlich nicht »Statiker«, sondern »Dynamiker« heifsen sollten. Aber trotz aller heutzutage zum Ausdruck kommender Wertschätzung der Dynamik scheint es, als ob gerade die eigentlichen Grundbegriffe noch recht wenig in unser Unterbewufstsein eingedrungen wären. Die Bestrebungen, dynamische Einwirkungen an Bahnbrücken zu berücksichtigen, sind tatsächlich zunächst doch wohl fast ausschliefslich dahin gerichtet, die Brücken zur Aufnahme von Lasten zu befähigen, die über die ruhenden hinausgehen. Zu diesem Zwecke werden Regeln für gewisse Stofsziffern aufzustellen gesucht, die, als Faktoren den ruhenden Lasten zugestellt, den dynamischen Bedürfnissen Rechnung tragen sollen. Theoretisch ist dieser Weg doch wohl nicht richtig. Die dynamischen Einwirkungen, wie sie auch ihren verschiedenerlei Arten nach zergliedert werden mögen, sind alle keine Kräfte, sondern Arbeitsgröfsen. Bei Berechnung von Bahnbrücken dynamische Grundsätze einzuführen, mufs darauf hinausgehen, die Brücken instandzusetzen, äufsere Stofs- oder Schwingungsarbeit aller Art in innere Formänderungsarbeit (Biegungs-, Druck-, Zugarbeit usw.) umzusetzen. Nun ist aber Arbeit unter allen Umständen ein Produkt aus Kraft und Weg. Daraus ergibt sich von selbst der Zwang, die äufsere Arbeit sich auf einem gewissen Wege (Biegungspfeil, Dehnungs-, Zusammendrückungslänge usw.) verbrauchen zu lassen. Wird die Eisenkonstruktion nur für Aufnahme von Kräften befähigt, so kann sehr wohl der Fall eintreten, dafs die innere Formänderungsarbeit gar nicht zur Geltung kommt, sondern dafs Umsetzung in bleibende Formänderungen, Verhämmerungen, Nietlockerungen, Risse u. a., die wir zur Erhaltung des Bauwerkes ja gerade vermeiden sollen, eintritt. Beim Eisenbahnoberbau hat man für diesen Fall eine ganz bestimmte Bezeichnung. Man sagt, »der Oberbau fährt sich hart«, d. h. er verarbeitet die Stofsdrücke der Verkehrslasten nicht elastisch, sondern in bleibenden Formänderungen. Dabei ist die Elastizität ein zur Verkehrslast verhältnismäfsiger Begriff. Ein Oberbau kann für eine Art von Verkehrslasten, für die er nicht berechnet ist, hart, für eine andere sich störungsfrei weich befahren. Ähnlich verhält es sich auch bei Brücken. Man darf hier die Frage, welche Formänderung das ist im allgemeinen welche Biegung, die ruhenden Verkehrslasten hervorrufen, nicht bei Seite lassen, denn diese Formänderung oder Durchbiegung gibt den Mafsstab dafür, inwieweit Brücken über die ruhenden hinausgehende dynamische Formänderungen anzunehmen imstande sind.

Nun ist freilich diese Scheu, an die Frage der Formänderungsfähigkeit von Brücken offen heranzutreten, sehr wohl erklärlich. Je mehr ein Tragwerk Formänderungen zu leisten in der Lage ist, desto gröfser werden die unter der Einwirkung der Verkehrslasten selbst sich bildenden Formänderungen sein, desto gröfser wird aber auch der Spielraum für die tatsächlich unvermeidlichen Unregelmäfsigkeiten und Schwankungen in diesen Formänderungen ausfallen. Derartige Unregelmäfsigkeiten in den Formänderungen treten aber unter bewegten Lasten wiederum als Stofswirkungen in Erscheinung. Und daraus ergibt sich für Brücken im Einklang mit dem Eisenbahnoberbau von selbst die Forderung, einmal die Formänderung möglichst in die Federung der Fahrzeuge zu legen, anderseits aber das Tragwerk instandzusetzen, ohne zu steif und zu starr zu sein, die Einwirkungen der Verkehrslasten in tatsächlich nicht zu grofsen Formänderungen zu verarbeiten, die die erforderliche Schonung der Tragwerke gewährleisten. Die Scheu, in den Vorschriften gewisse kleine Biegungen zuzulassen und dadurch das Zustandekommen innerer Formänderungsarbeit zu fördern, scheint zudem wissenschaftlich wenig begründet. Die Theorie (vergl. z. B. Dr. Zimmermann, Schwingungen eines Trägers unter bewegter Last) läfst darauf schliefsen, dafs die regelmäfsigen Wirkungen, welche aus der Fliehkraft der auf durchgebogenem Träger bewegten Masse entspringen, für die Ausübung recht niedrig sich ergeben werden. Zudem können diese Wirkungen durch Überhöhung der Fahrbahn gemildert werden. Die allgemein auf Gleichstellung innerer Formänderungsarbeit und äufserer Stofsarbeit aufgebaute Formel für die Stofswertziffer lautet:

$$\mu = 1 + \sqrt{\frac{2h}{y_1} \cdot \frac{m}{m + m_1} + 1}.$$

Diese Formel ist auf ein kleines $y_1$ ungemein empfindlich. Theoretisch gibt sie für $y_1 = 0 : \mu = \infty$. Es bedeutet das selbstverständlich nicht, dafs über das ganze Tragwerk hin ungeheuer grofse Beanspruchungen zu erwarten sind, wohl aber, dafs für zu kleines $y_1$ die Voraussetzung elastischer Umsetzung äufserer Stofsarbeit in innere Formänderungsarbeit nicht mehr zutrifft und dafs dafür rein örtlich bleibende und schädliche Formänderungen, d. s. Zerstörungen, Platz greifen.

Ich halte es nicht für überflüssig, mich gegen den bei einiger Übertreibung hier so leicht einzuflechtenden Vorwurf, dafs damit möglichst nachgiebige Tragwerke vertreten seien, zu wehren. Ich bin davon weit entfernt, aber ich halte Formänderungsfähigkeit an Tragwerken nicht für etwas, was in unseren Brückenvorschriften nur in Form eines Verbotes aufzutreten hat, sondern für eine notwendige organische und in mäfsigen Grenzen auch ungefährliche und günstige, ja unentbehrliche Eigenschaft. Die beruhigende Gewifsheit, dafs eine Brücke für weit über die ruhenden hinausgehende Beanspruchungen berechnet ist, hat wenig Wert, wenn nicht zugleich die Möglichkeit gewahrt bleibt, dafs diese Beanspruchungen unter den schnell bewegten Lasten auch tatsächlich auftreten können und nicht durch schädliche, örtliche, bleibende Formänderungen ersetzt werden.

Wenn es mir mit all diesen Ausführungen gelungen sein sollte, um die Gefahr der Verketzerung als Vertreter absolut nachgiebiger Tragwerke herumzukommen, dann bitte ich mir, bei einer kurzen Durchsicht unserer neuesten »Vorschriften für Eisenbauwerke«, amtliche Ausgabe vom Jahr 1922, vom Standpunkte des oben herbeigewünschten »Dynamikers« zu folgen. Die Frage der Formänderungen findet sich in den genannten Vorschriften überhaupt kaum berührt, und wo es geschieht, nur im Sinne der Abwehr.

Unter III »Art der Berechnung« findet sich der Satz: »Die Fahrbahnlängsträger sind ebenso wie die Querträger samt ihren Anschlüssen möglichst steif auszubilden«. D. h. also: gerade für die Brückenteile, die in erster Linie dynamische Beanspruchungen aufzunehmen haben, tritt in der Vorschrift die Sorge in den Vordergrund, sie möglichst steif zu machen. Leider werden sie aber dadurch zur Aufnahme von Stofsarbeit ungeeigneter. Man wird diesen Satz künftig vielleicht einmal als störend empfinden. Auch wenn man ihn aufnehmen will, sollte man doch bei dieser Gelegenheit zum Ausdruck bringen, dafs die sich hier aufdrängenden Anforderungen der Dynamik irgendwie mit berück-

sichtigt werden müssen*). Und Seite 40 heifst es: »Die von der Verkehrslast herrührende Durchbiegung soll in der Regel nicht mehr als $^{1}/_{1000}$ der Stützweite betragen«. Auch diese Anordnung ist offensichtlich rein abwehrend gemeint. Der »Dynamiker« würde hier die Vorschrift eines Mindestmafses der Durchbiegung erwarten**).

Reuleaux***) hat den nach unseren landläufigen Begriffen etwas befremdend anmutenden Satz bewiesen, dafs das Gewicht eines auf dynamische Formänderung beanspruchten Körpers bei gleicher Tragkraft um so schwerer ausfallen mufs, je mehr man durch geeignete Wahl der Querschnittsfläche den Bauteil nachgiebiger und sein Verhalten den äufseren Kräften gegenüber weniger starr zu machen sucht. Es folgt daraus, dafs unter Querschnittsformen gleicher Tragkraft die statisch-wirtschaftlich günstigsten, welche bei geringstem Baustoffaufwand die geringste Formänderung ergeben und bei der hier hauptsächlich mafsgebenden Biegung die Querschnittsmassen bzw. deren äufserste gespannte Fasern von der Nullachse möglichst zu entfernen suchen, für die Aufnahme von Stofsdrücken am ungünstigsten sind. Die Rücksichtnahme auf Stofsdrücke wird sich also bei allen auf Biegung beanspruchten Tragwerken in einer gewissen Einschränkung der Trägerhöhe äufsern. Frühere Eisenbahnvorschriften, z. B. die alten bayerischen Vertragsbedingungen empfahlen gewisse Trägerhöhen in Beziehung zur Spannweite. Dafs mit dieser Einschränkung eine Rücksichtnahme auf dynamische Gesichtspunkte beabsichtigt war, kam zwar nicht zum Ausdruck, tatsächlich aber war eine solche gegeben. Eine ähnliche, klar begründete Vorschrift möchte der Dynamiker auch für die neuen »Vorschriften für Eisenbauwerke« wünschen. Diese Vorschriften kennen im übrigen dynamische Rücksichten nur in der Form, dafs sie die von den senkrechten Teilkräften der Eisenbahnverkehrslasten hervorgerufenen Momente, Querkräfte und Stabkräfte mit einer nach der Stützweite abnehmenden Stofszahl multiplizieren. Von den beiden Faktoren, die die Arbeitsgröfsen bilden, ist überall nur von der Kraft, nirgends auch vom Weg die Rede.

Es ist im Schrifttume vereinzelt schon die Rede gewesen von der mehr oder weniger guten Eignung verschiedener Tragwerks- und Belastungsformen vom Standpunkte der Aufnahme dynamischer Beanspruchungen. Es ist da nicht ohne Belang, den Nachweis zu erbringen, dafs die verschiedenen einfachen Belastungsfälle vom Standpunkt des Baustoffaufwandes bei gleicher Nachgiebigkeit sich mit einfachen Wertziffern festlegen lassen. Es läfst sich einfach in Zahlen ausdrücken, in welchem Verhältnis der Baustoffaufwand bei gleicher Spannweite, Belastung, zulässiger Beanspruchung, Baustoff und Nachgiebigkeit sich für die verschiedenen Belastungsfälle stellt.

Die Formel vom Baustoffaufwand lautet:

$$V = C P f \frac{E}{\sigma^2},$$

worin C eine konstante Verbrauchsziffer, P die Last, f die Formänderung unter der Last, das Produkt Pf die Nachgiebigkeit, E den Elastizitätsmodul und $\sigma$ die zulässige Beanspruchung bezeichnet. Schon an anderer Stelle wurde nachgewiesen, dafs sich das C zerlegen läfst in zwei Faktoren, von denen der eine lediglich von der Querschnittsform des Trägers und der andere lediglich vom Belastungsfall abhängt. Die Durchbiegung f für verschiedene Belastungsfälle ist gleich $\frac{P l^3}{a E J}$, wobei a ein mit den verschiedenen Belastungsfällen wechselnder Festwert ist. Ferner ist $\sigma = \frac{M}{W}$, worin W das Widerstandsmoment und das Biegungsmoment $M = b P l$, wobei b wieder ein mit den verschiedenen Momenten und Belastungsfällen wechselnder Festwert ist

Setzt man ein, so wird $V = \frac{C l W^2}{a b J}$ und da $\frac{J}{W} = e$, der Abstand der äufsersten gespannten Faser, und $v = \varepsilon F l$ (wobei F die Querschnittsfläche, l die Länge und $\varepsilon$ ein von der Trägerform abhängiger Wert, der für Träger gleichmäfsigen Querschnitts gleich 1 ist), so ergibt sich die Verbrauchsziffer

$$C = \left(\frac{Fe}{W}\right) a b^2 \varepsilon.$$

Der erste Klammerausdruck, der nur auf den Querschnitt bezügliche Gröfsen enthält, bleibt sich bei geometrisch ähnlichen Gebilden gleich. Er ist z. B. für alle rechteckigen Querschnitte gleichmäfsig gleich 3, für alle kreisförmigen 4, für alle Dreiecke 8 usw. Für unsere Normal-I-träger bewegt er sich nur von 1,54 bei Pr. Nr. 8 bis 1,645 bei Pr. Nr. 60, für Differdingerträger von 1,38 bei Pr. Nr. 18 B bis 1,633 bei Pr. Nr. 100 B. Die Verbrauchsziffer C ist also bei ähnlichem Trägerquerschnitt lediglich abhängig von dem Ausdruck $a b^2 \varepsilon$. Damit läfst sich für Träger gleichmäfsigen Querschnitts eine einfache Bewertung der Belastungsfälle vom Standpunkte des Baustoffaufwandes geben (siehe die Zusammenstellung). Die betr. Ziffern sind schon in meinem Buche »Stofswirkungen an Tragwerken und am Oberbau im Eisenbahnbetriebe« S. 10/11 gegeben, ich möchte aber die Zusammenstellung wiederholen, einmal weil an vorerwähntem Orte bei gleichmäfsig verteilter Belastung infolge Verwechslung der mittleren mit der gröfsten Durchbiegung eine Berichtigung nötig ist, dann weil die dortige Zusammenstellung der Erweiterung fähig ist und schliefslich, weil diese dynamische Wertung der Belastungsfälle hier in diesem Zusammenhange eine andere Bedeutung besitzen dürfte. Man erkennt an dem in der Zusammenstellung unten für zwei Durchbiegungsgröfsen berechneten Beispiel leicht, dafs sich die Baustoffaufwände wie die Bewertungsziffern der Belastungsfälle verhalten, dafs doppelter Nachgiebigkeit Pf durchwegs doppelter Baustoffaufwand entspricht, wie auch, dafs wir bei Berücksichtigung der Nachgiebigkeit einem bestimmten Zwang der Form unterliegen.

Eine Berücksichtigung dynamischer Gesichtspunkte im Brückenbau läfst sich nur durch erhöhten Baustoffaufwand erkaufen. Man wird also von einer genaueren Erforschung dynamischer Beanspruchungen möglicherweise eine Ersparnis im Baustoffaufwand nicht zu erwarten haben, wohl aber einen wirtschaftlichen Erfolg insoferne, als

*) Der Oberbaufachmann kehrt vom theoretischen Standpunkte immer wieder gern zu dem Gedanken des Langschwellenoberbaues zurück, der seine ganze Masse gleichmäfsig in der Linie der von den Verkehrslasten ausgehenden Beanspruchungen und Stofsdrücken vereinigt und in bezug auf die zu erzielende Gleichmäfsigkeit der Formänderungen aufserordentlich bestechend wirkt. Die Gründe, die dazu führten, diese Oberbauform schliefslich allgemein aufzugeben, lagen vor allem auf dem Gebiete der Entwässerung. Gerade diese Rücksicht fällt ja bei offenen eisernen Brücken weg Man liest neuerdings wieder von Versuchen, zu dem Langschwellenoberbau, und zwar auf Holzschwellen, zurückzukehren. Wäre nicht gerade bei eisernen Brücken Gelegenheit, unter der Schiene eine kräftige Holzlangschwelle über die Brücke zu führen und bei der bekannten vorzüglichen Eignung des Baustoffes Holz, Stofsdrücke zu verarbeiten, wenigstens ein wirksames elastisches Zwischenglied zu schaffen. Zur Schonung der Langschwelle bei unmittelbarer Schienenauflagerung könnte vielleicht an die bekannten Pappelholzplatten gedacht werden.

**) Bei Schaper „Eiserne Brücken", IV. Aufl. S. 106 findet sich die Beziehung zwischen Trägerhöhe und richtiger Durchbiegung erwähnt, ohne dafs aber der dynamische Sinn dieser Beziehung eingehend ausgeführt wird.

Die in der Nummer 5 der Technika i Ekonomika 1924 veröffentlichten russischen technischen Bedingungen der Planung von eisernen Eisenbahnbrücken enthalten die Bestimmung: die Trägerhöhe von Vollwandträgern mufs so sein, dafs die vorübergehende Biegung unter der Verkehrslast nicht geringer als $^{1}/_{1250}$ (der Trägerlänge) ist. Auch sonst enthalten diese Bestimmungen einiges, was auf Berücksichtigung der Dynamik schliefsen läfst.

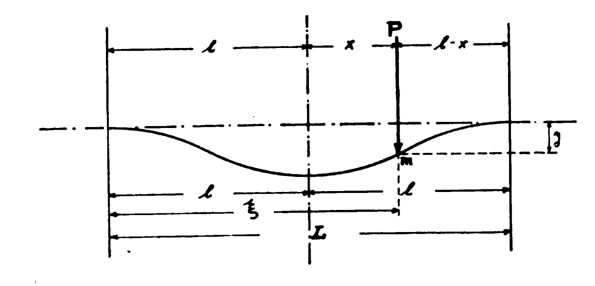
***) Reuleaux, Abrifs der Festigkeitslehre für den Maschinenbau. Sonderdruck aus „Der Konstrukteur", 5. Aufl. S. 55 f., S. 70 f. und S. 109 f.

Zusammen-

| Belastungsfall | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mittlere Durchbiegung im Lastpunkte | $\frac{Pl}{EJ}$ | $\frac{Pl^3}{3EJ}$ | $\frac{Pl^3}{48EJ}$ | $\frac{Pc^2c_1^2}{3lEJ}$ | $\frac{7Pl^3}{768EJ}$ | $\frac{Pl^3}{192EJ}$ | $\frac{Pl^3}{20EJ}$ | $\frac{Pl^3}{120EJ}$ |
| Dem Trägerquerschnitt zu Grunde liegendes Grösstmoment | — | $Pl$ | $\frac{Pl}{4}$ | $\frac{Pc \cdot c_1}{l}$ | $\frac{3Pl}{16}$ | $\frac{Pl}{8}$ | $\frac{Pl}{2}$ | $\frac{Pl}{8}$ |
| abg. dynamische Bewertungsziffer des Belastungsfalles | 1 | 3 | 3 | 3 | 3,86 | 3 | 5 | 1,86 |
| Gerechneter Querschnitt für Beispiel: P = 100 kg, $l$ = 100 cm, E = 100000 kg/cm², σ = 40 kg/cm² — Biegungspfeil: f = 0,05 cm | Querschnitt beliebig. Länge = $l$ | 53,00 | 0,021 | 0,025 | 0,0464 / 7,78 | 0,042 / 6,67 | 2,025 / 16 | 1,652 / 10,65 |
| f = 0,1 cm | Querschnitt beliebig. Länge = $2l$ | 26,66 | 0,084 | | 0,106 | 0,168 | 11,70 | 6,608 |

der Baustoff zweckentsprechender untergebracht, und eine gröfsere Sicherheit, ferner eine leichtere und billigere Unterhaltung der Brücken erreicht wird.

Zum Schlusse möchte noch eine Bemerkung angefügt werden, auf die ein Schriftwechsel mit Herrn Geh. Oberbaurat Dr. Zimmermann geführt hat. Unter den regelmäfsigen Wirkungen der mit einer gewissen Geschwindigkeit auftretenden Verkehrslasten auf Tragwerke findet man vielfach getrennt aufgeführt die von der Fliehkraft der auf durchgebogenem Träger bewegten Masse hervorgerufenen Wirkungen und die Wirkung der mit grofser Geschwindigkeit auftretenden Belastung der Brücke an sich (unabhängig von der Durchbiegung). Beide Wirkungen sind identisch und gehen auf dieselbe Formelentwicklung zurück.




Für letztere Wirkung findet sich in meiner Schrift »Einflufs bewegter Last auf Eisenbahnoberbau und Brücken« Seite 73 die Gleichung 80)

$$m\frac{d^2y}{dt^2} + y\frac{3EJL}{v^2t^2(L-vt^2)} = P$$

(womit ich übrigens die rechte Seite der Gleichung berichtigen möchte, sie mufs P, nicht 0, heifsen)

In der Schrift von Dr. Zimmermann »Die Schwingungen eines Trägers mit bewegter Last« lautet auf Seite 5 die Grundgleichung

$$\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{6EJ}{l^3}\frac{1}{mc^2}\frac{y}{\left(1-\left(\frac{x}{l}\right)^2\right)^2} - P.\frac{1}{mc^2} = 0.$$

Hierin ist x von der Mitte des Trägers aus berechnet. Zunächst ist

$$\frac{1}{l^3\left(1-\left(\frac{x}{l}\right)^2\right)^2} = \frac{l}{l^4\left(1-\left(\frac{x}{l}\right)^2\right)^2} = \frac{l}{[(l+x)(l-x)]^2}.$$

Um Übereinstimmung mit obiger Gleichung 80) herbeizuführen, werde nach nebenstehender Abbildung gesetzt $l+x=\xi$; $l-x=L-\xi$ und $l=\frac{L}{2}$.

Dann folgt

$$\frac{1}{l^3\left(1-\left(\frac{x}{l}\right)^2\right)^2} = \frac{\frac{L}{2}}{\xi^2(L-\xi)^2}.$$

Dies in die Zimmermannsche Gleichung eingesetzt und mit $mc^2$ auf beiden Seiten multipliziert, gibt

$$mc^2\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{3EJLy}{\xi^2(L-\xi)^2} - P = 0,$$

oder mit $\xi = ct$, $dx = d\xi = cdt$:

$$m\frac{d^2y}{dt^2} + y\frac{3EJL}{c^2t^2(L-ct)^2} = P,$$

übereinstimmend mit obiger Gleichung 80), da c und v die

stellung.

| Belastungsfall | | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mittlere Durchbiegung im Lastpunkt | | $\frac{Pl^3}{320EJ}$ | $\frac{Pl^3}{720EJ}$ | $\frac{Pl^3}{36EJ}$ | $\frac{Pl^3}{120EJ}$ | $\frac{Pl^3}{360EJ}$ | $\frac{Pl^3}{720EJ}$ | $\frac{Pl^3}{94{,}45EJ}$ | $\frac{7Pl^3}{1152EJ}$ |
| Dem Trägerquerschnitt zu Grunde liegendes Grösstmoment | | $\frac{Pl}{8}$ | $\frac{Pl}{12}$ | $\frac{Pl}{3}$ | 0,128 $Pl$ | $\frac{Pl}{7{,}5}$ | $\frac{Pl}{10}$ | $\frac{Pl}{6}$ | $\frac{Pl}{12}$ |
| $ab^2$ · dynamische Bewertungsziffer des Belastungsfalles | | 5 | 5 | 4 | 1,966 | 6,4 | 7,2 | 2,62 | 1,143 |
| Gerechneter Querschnitt für Beispiel: P = 100 kg, $l$ = 100 cm, E = 100000 kg/cm², σ = 40 kg/cm² | Biegungspfeil: f = 0,05 cm | 11,77 | 17,66 | 2,81 / 13,38 | 0,788 / 10,16 | 16,05 | 30,6 | 2,41 / 10,2 | 0,926 / 11,65 |
| | f = 0,1 cm | 16,88 | zu Fall 10: 70,5 | 11,25 / 6,6 | 2,07 / 5,108 | zu Fall 13: 72,2 | zu Fall 14: 122,4 | 9,64 | 3,1 / 5,8 |

gleiche Bedeutung der Fahrgeschwindigkeit haben. Man erhält also dieselbe Differentialgleichung, ob man zur Ableitung den Satz von der Zentrifugalkraft oder die allgemeinen Bewegungsgleichungen der Dynamik benutzt.

Diese klärende Bemerkung, die ich Herrn Geh. Oberbaurat Dr. Zimmermann verdanke, ist um so wertvoller, als die unberechtigte Trennung beider Wirkungen sich auch in allerlei Fachschriftwerke eingeschlichen hat.

## Messungen an Eisenbrücken und Massivbauwerken.

Von Reichsbahnrat Zosel, Dresden.

Hierzu Abb. 1 bis 18 auf Tafel 10 und Abb. 1 bis 4 auf Tafel 11.

Von der vormals Königl. Sächsischen Staatseisenbahnverwaltung ist von jeher den Kontrollmessungen sowohl an eisernen Brücken als auch in besonderen Fällen an Massivbauwerken großer Wert beigelegt worden. Das Brückenbaubüro der Reichsbahndirektion Dresden wurde deshalb auch schon frühzeitig verhältnismäßig gut mit Meßinstrumenten ausgestattet.

Zu den schon früher beschafften Fühlhebelapparaten traten um 1880 Fränkelsche Dehnungsmesser und bald darauf Durchbiegungszeichner. Auch die Leunerschen Horizontalschwingungszeichner und die Drahtspannapparate wurden beschafft. Hierzu treten noch Köpckesche Feinmeßlibellen, verbesserte Spannungszeichner nach Fränkel-Leuner und Mantelsche Spannungsmesser und Dehnungszeichner von Okhuizen. Ein besonderer Brückenprüfungszug war schon 1893 eingerichtet worden.

Das hauptsächlichste Gebiet für die Messungen sind die eisernen Brücken, von denen jede über 5 m Stützweite beim Neubau oder nach einer Verstärkung möglichst vor Inbetriebnahme einer Belastungsprobe unterzogen wird. Hierbei finden in erster Linie Durchbiegungsmessungen statt, um festzustellen, ob sowohl die bleibende als auch die elastische Durchbiegung innerhalb der zulässigen Grenzen bleiben. Bei größeren Brücken werden regelmäßig auch nach der Probebelastung Drahtspannmessungen vorgenommen, um jederzeit feststellen zu können, ob die Brücke unter der Einwirkung der Betriebslasten bleibende Formänderungen erleidet.

Besonderer Wert ist den Spannungsmessungen, besonders vor Inangriffnahme von Verstärkungen rechnungsmäßig etwas zu hoch beanspruchter Brücken, beigelegt worden und zwar hauptsächlich aus wirtschaftlichen Gründen. Es hat sich oft gezeigt, daß die wirklich auftretenden Spannungen vielfach wesentlich niedriger waren als die rechnungsmäßigen. Vielfach liegen eben der statischen Berechnung recht ungünstige Annahmen zugrunde — gelenkige Auflagerung gegenüber teilweiser Einspannung, Gelenke statt der Knotenverbindungen, gradlinige Spannungsverteilung, Nichtbeachtung der Reibung der Auflager besonders bei älteren Gleitlagern u. a. m. — Freilich muß man bei der Auswertung der Spannungsmessungen mit der Möglichkeit rechnen, daß auch bei wiederholten Schnellfahrten die ungünstigsten Spannungen unter Umständen noch nicht erfaßt sind. Das wird durch einen entsprechenden Sicherheitszuschlag berücksichtigt. Ergaben solche Messungen günstige Werte und erwies sich der Unterhaltungszustand der Brücke als gut, so konnte in vielen Fällen trotz hoher rechnungsmäßiger Beanspruchung von einer Verstärkung abgesehen werden, und dieser Standpunkt hat sicher seine Berechtigung. Tatsächlich ist dieses Verfahren etwa seit 1900 durchgeführt worden und es hat sich bei den vielen derart behandelten Brücken auch nicht

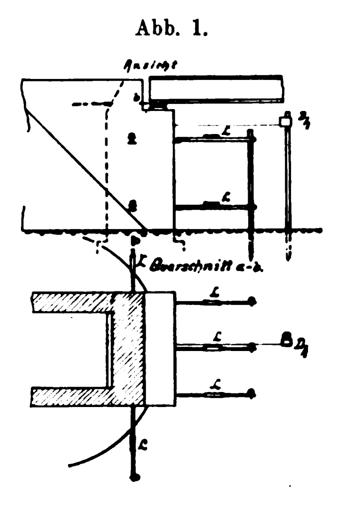
einmal ein Schaden gezeigt, der auf die Zulassung schwererer Lasten auf Grund der Messung hätte zurückgeführt werden können.

Auf Einzelfälle der Messungen an eisernen Brücken soll hier nicht näher eingegangen werden. Hervorgehoben sei nur, dafs die unter schweren Maschinen bei Schnellfahrten gemessenen Höchstwerte der Spannungen durchweg niedriger waren, als sie nach den Ergebnissen mit leichteren Maschinen umgerechnet zu erwarten gewesen wären. Man kann daraus folgern, dafs die Stofswirkung bei schweren Lokomotiven verhältnismäfsig geringer ist als bei leichteren, dafs also die Stofswirkung nicht im Verhältnis der Gewichte der Lokomotiven zunimmt. Das ist schon deswegen wahrscheinlich, weil bei den neueren Lokomotiven die Zusatzwirkung der Fliehgewichte auf 15 % des Raddruckes eingeschränkt wird. Vielleicht ist aber bei den schwereren und dadurch längeren Maschinen auch eine gewisse Einspannung der Lager von Einflufs, besonders bei kleineren Stützweiten.

Ebenso hat sich gezeigt, dafs die gröfste Stofswirkung nicht immer bei den schnellsten Eahrten auftritt, sondern vielfach bei einer mittelgrofsen Geschwindigkeit, und dafs sie bei schwach beanspruchten Stäben unverhältnismäfsig gröfser ist als bei hoch beanspruchten.

Neben den Messungen an eisernen Tragwerken hat sich dort, wo bei Widerlagern und Pfeilern zweifelhafte Gründungen vermutet wurden oder der Zustand des Mauerwerkes zu Bedenken Anlafs gab, die Untersuchung der Widerlagerbewegungen unter möglichst schwerer Belastung erforderlich gemacht. Diese wurde mit Hilfe der Köpckeschen Feinmefslibellen durchgeführt, um die Einsenkungen bzw. die Zusammendrückungen des Mauerwerkes festzustellen. (Textabb. 1).

Abb. 1.




Bei derartigen Messungen ergaben sich die Gröfstwerte bei sehr langsamer Fahrt bzw. bei Ruhelast, während bei Schnellfahrten die Lasteinwirkung infolge der Trägheit der schweren Masse des Mauerwerkes nicht voll zur Auswirkung kommt.

Durch Anbringen von Durchbiegungsmessern Dh läfst sich auch noch die seitliche Verschiebung des Widerlagermauerwerkes unter der Belastung feststellen.

Weiter sollen im folgenden noch einige umfangreichere Messungen an Massivbauwerken im Zusammenhang beschrieben werden.

### I. Messungen bei der Ausrüstung der gewölbten Strafsenbrücke über die Mulde bei Göhren.

Die Brücke ist ein Dreigelenkbogen von 60 m Spannweite, in Bruchsteinmauerwerk mit Zementmörtel 1 : 2,5 hergestellt und mit Köpckeschen Wälzgelenken aus Granit versehen. Sie wurde für die sächsische Strafsen- und Wasserbauverwaltung von der Firma Liebold & Co. erbaut. (Abb. 1, Taf. 10).

**A. Anordnung der Apparate** (s. Zeichnung Abb. 6 bis 8, Taf. 10).

Es wurde festgestellt:

1. Die Senkung des Scheitels durch Durchbiegungszeichner $D_v$ an beiden Stirnseiten der beiden Gelenksteine.
2. Das Öffnen bzw. Schliefsen der Scheitelgelenkfuge durch drei Nonien N und einen horizontal angebrachten Durchbiegungszeichner $D_h$.
3. Die Bewegungen der Widerlager am Kämpfer:
   a) wagrecht durch Durchbiegungszeichner $D_{h_1}$
   b) senkrecht durch Köpckesche Libellen L, deren Aufstandsbalken mit einem Ende auf ins Mauerwerk eingedübelten eiseren Marken M und mit dem anderen auf fest eingerammten Pfählen auf Nägeln ruhten.
4. Die Längenänderungen des Bogens in der Nähe der beiden Leibungen durch über den Bogen verteilte Fränkel-Leunersche Spannungszeicher S.

**B. Ergebnisse der Messungen.**

1. Die mittlere Scheitelsenkung betrug 31 mm.
2. Schliefsen bzw. Öffnen der Gelenkfuge:
   a) stromaufwärtsgelegene Stirn:
   oben: Schliefsen um 1,8 mm,
   unten: Öffnen um 0,25 mm;
   b) stromabwärtsgelegene Stirn:
   oben: Schliefsen um 1,265 mm,
   unten: Öffnen um 0,76 mm.

Hieraus berechnet sich die Tangente des ∢, um den der eine Stein gegen den andern verdreht wurde, im Mittel zu $\tan \varphi = 0{,}002255$ und hieraus die Abwälzung der beiden Gelenksteine ($R_1 = 9{,}85$ m und $R_2 = 20{,}0$ m) zu 38,3 mm.

3. Die Bewegungen der Widerlager am Kämpfer:
   a) Die horizontale Verschiebung der Kämpfer nach aufsen betrug:
   auf der Oberstromseite: links 0,64 und rechts 0,58 mm,
   auf der Unterstromseite: links 0,78 und rechts 0,36 mm und demnach die mittlere Verlängerung der Spannweite:
   $$\frac{1{,}22 + 1{,}14}{2} = 1{,}18 \text{ mm};$$
   b) die senkrechte Verschiebung der Kämpfer nach unten bewegte sich in den Grenzen von 0,05 bis 0,27 mm.
4. Spannungen infolge der Ausrüstung.
   a) Bestimmung der Nullinie aus den gemessenen Längenänderungen erfolgte in der Weise, dafs die in den Punkten C und D (s. Textabb. 2) gemessenen Dehnungen $\Delta l$ als Strecken $\overline{CE}$ und $\overline{DF}$ aufgetragen wurden. Die Nullinie verläuft alsdann durch die Schnittpunkte G der Linie $\overline{CD}$ und $\overline{EF}$;
   b) Bestimmung der Spannungen.

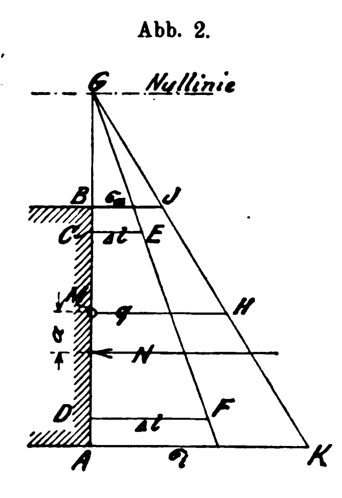
Trägt man im Fugenmittelpunkt M die sich aus der stat. Berechnung ergebende Normalpressung $q = \frac{N}{F}$ als Linie $\overline{MH}$ an, wobei N = Normalkomponente der Längskraft und F = Fläche des Fugenquerschnitts, so schneidet die Verbindungslinie der Punkte GH auf den Ordinaten durch die Punkte A und B die Randspannungen $\overline{BJ} = \sigma_a$ und $\overline{AK} = \sigma_i$ aus.

Die so für die einzelnen Fugen auf Abb. 2 bis 5, Taf. 10 ermittelten Werte $\sigma_a$ und $\sigma_i$ sind in der nachfolgenden Tabelle I in Querspalte 2 eingetragen.

Zugspannungen traten dabei in keiner Fuge auf.

c) Ermittelung der Stützlinien.

Abb. 2.




Der Abstand a des Angriffspunktes der Normalkomponente der Längstkraft N vom Fugenmittelpunkt berechnet sich für die einzelnen Fugen nach der Formel

$$a = \frac{\sigma_a - \sigma_i}{12 . q} . d$$

wobei positive Werte die Abweichung nach oben (aufsen), negative Werte diejenigen nach unten (innen) bezeichnen.

Die Bestimmung von a wurde auf der Zeichnung aufserdem noch graphisch durchgeführt.

Die so für die einzelnen Fugen ermittelten Werte für a sind in der Tabelle II in Querspalte 1 zusammengestellt und die danach erhaltene Stützlinie im Gewölbelängsschnitt auf Abb. 1, Taf. 10 als Linie 1 eingezeichnet.

Tabelle I.

| Fuge | $S_4$ | | $S_3$ | | $S_2$ | | $S_1$ | | $S_5$ (symmetrisch zu $S_3$) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spannung in kg/qcm infolge der Ausrüstung | $\sigma_a$ | $\sigma_i$ | $\sigma_a$ | $\sigma_i$ | $\sigma_a$ | $\sigma_i$ | $\sigma_a$ | $\sigma_i$ | $\sigma_a$ | $\sigma_i$ |
| 1. ermittelt auf Grund der Messungen . . | 4,4 | 30,6 | 6,2 | 22,5 | 17,9 | 13,5 | 28,6 | 8,8 | 2,8 | 25,8 |
| 2. berechnet nach der statischen Untersuchung d. Strafsen- und Wasser- Bauinspektion . . . | 3,0 | 29,3 | 0,0 | 29,4 | 6,7 | 24,5 | 15,0 | 21,6 | 1,0 | 28,2 |
| 3. bei der für die abgewälzten Gelenkberührungspunkte nachträglich konstruierten Stützlinie | 3,8 | 30,5 | 3,3 | 26,6 | 15,9 | 14,5 | 27,0 | 9,4 | — | — |

Tabelle II.

| In der Fuge | Abweichung *a* von der Mittellinie in mm + nach oben — nach unten | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $S_4$ | $S_3$ | $S_2$ | $S_1$ | $S_0$ Scheitelfuge | $S_5$ (symmetrisch zu $S_3$) |
| 1. bei der auf Grund der Messungen ermittelten Stützlinie | — 164 | — 145 | + 32 | + 99 | + 38 | — 204 |
| 2. bei der von der Strafsen- u. Wasser-Bauinspektion berechneten Stützlinie | — 173 | — 255 | — 129 | — 34 | 0,0 | — 237 |
| 3. bei der für die abgewälzten Gelenkberührungspunkte nachträglich konstruierten Stützlinie | — 170 | — 195 | + 10 | + 90 | + 38 | -- |

Zum Vergleich sind in den Tabellen I und II in Spalte 2 die entsprechenden Werte aus der von der Strafsen- und Wasserbauverwaltung aufgestellten statischen Berechnung und in Spalte 3 diejenigen Werte eingetragen, die sich ergeben, wenn man die Stützlinie durch die um 38 mm abgewälzten Gelenkberührungspunkte legt, die sich gemäfs B. 2) nach der Ausrüstung ergeben haben. Diese beiden Stützlinien 2 und 3 wurden im Gewölbelängsschnitt Abb. 1, Taf. 10 ebenfalls eingezeichnet. Hierbei mufste für 3 allerdings die Annahme gemacht werden, dafs der Druckpunkt vor der Ausrüstung mit der Mitte der Gelenkfuge zusammen fiel, was mit Sicherheit nicht genau festgestellt werden konnte; ebenso konnte die Formänderung der Wölbsteine selbst aus Mangel an weiteren Apparaten nicht ermittelt werden. Die aus den Messungen gefundene Stützlinie 1 ergibt aber eine befriedigende Übereinstimmung mit dieser nachträglich konstruierten Stützlinie 3 (vergl. auch Abb. 2 bis 5, Taf. 10).

Als wesentliches Ergebnis der Messungen ist festzustellen, dafs sie mit der statischen Berechnung in Einklang stehen und dafs die gefundene Stützlinie in allen Fugen innerhalb des Kerns bleibt.

Letztere schneidet die Gewölbemittellinie in etwa $^1/_4$ der Stützweite und liegt nach dem Kämpfer zu unterhalb, nach dem Scheitel hin oberhalb der Gewölbemittellinie.

## II. Messungen an der Strafsenbrücke über die Weifseritz bei km 11,6 der Linie Dresden-Werdau.

Bei der in Abb. 9 und 10, Taf. 10 dargestellten Eisenbetonbalkenbrücke wurden bei der Ausrüstung und einige Monate später unter einer 13 t Dampfwalze Durchbiegungs- und Spannungsmessungen in folgender Weise ausgeführt:

### 1. Ausrüstung.

Während der Ausrüstung wurden an den Balken 4,5 und 6 in Stützweitenmitte die Durchbiegungen gemessen, die sich

für Balken 4 zu 1,77 mm
» » 5 » 1,49 »
» » 6 » 1,27 » ergaben.

Die Dehnungen wurden in Stützweitenmitte des Balkens 5 festgestellt. Die Art wie die Spannungszeichner angebracht waren, ist aus Abb. 11 und 12, Taf. 10 zu ersehen, ihre Stellung aus Abb. 13, Taf. 10.

Der Berechnung der Spannungen liegen die damals gültigen »Vorläufigen Leitsätze« von 1904 zugrunde. Aus den gemessenen Dehnungen wurden die Betonspannungen für E = 140000 und 250000 kg/qcm

bei Apparat 225 zu — 5,43 und — 9,69 kg/qcm
» » 233 » — 4,6 » — 8,4 »
» » 226 » — 1,4 » — 2,5 »
» » 234 » — 2,2 » — 3,93 »
» » 227 » + 2,72 » + 4,85 »
» » 240 » + 3,13 » + 5,59 »
» » 228 » + 5,1 » + 9,11 »
» » 241 » + 6,42 » + 11,47 »
» » 274 » + 8,54 » + 15,26 »
» » 273 » + 9,71 » + 17,35 »

ermittelt.

Hieraus ergeben sich die in Abb. 13, Taf. 10 mit 1 und 2 bezeichneten Linien.

Die gröfste Spannung des Eisens beträgt demnach $\sigma_e$ = 146 kg/qcm. Die unvermeidlichen Fehler bei den Ablesungen der aufserordentlich kleinen Dehnungswerte, namentlich in der Nähe der Nullinie, und die Unsicherheit bei der Berücksichtigung der Elastizitätszahlen für die einzelnen Fasern lassen eine scharfe zeichnerische Bestimmung der Nullinie nicht zu. Immerhin dürfte die erreichte Genauigkeit für einen im Freien und dazu noch unter widrigen Witterungsverhältnissen vorgenommenen Versuch ausreichend erscheinen, da die Differenz in der Höhenlage der Nullinie auf der linken und rechten Seite des 1,70 m hohen Balkens nur etwa 3,6 cm beträgt. Die rechnungsmäfsig sich ergebenden Werte sind in der nachstehenden Tabelle III aufgeführt und in Abb. 13, Taf. 10 durch die Linien 3 bis 7 dargestellt.

Die Unterschiede zwischen den berechneten und gemessenen Spannungen sind erklärlich, da es sich nie annähernd genau feststellen läfst, wie weit die Selbstausrüstung infolge Schwindens der Gerüsthölzer während der Erhärtungszeit des Betons bereits vor sich gegangen ist. Der aus den Messungen bestimmten Nullinie mit $\frac{82{,}5 + 86{,}1}{2} = 84{,}3$ cm Abstand von der Oberkante kommt diejenige der Linie 6 mit 77,07 cm Abstand am nächsten, die für $n = 15$ und $\frac{E_{bd}}{E_{bz}} = 1$ durch Rechnung bestimmt ist.

**2. Probebelastung.**

Bei der Probebelastung der Brücke hatte der Beton ein Alter von 6 Monaten. Zur Belastung wurde eine Dampfwalze von 13 t Gewicht verwendet. Die Laststellung wurde so gewählt, dafs die Walze symmetrisch über der Mittellinie des Balkens V stand und der Abstand der Hinterradachse 1,0 m und der Vorderradachse 2,0 m von der Stützweitenmitte betrug. Die Durchbiegung wurde dabei in Stützweitenmitte mit 0,16 mm gemessen.

Die Stellung der Spannungszeichner ist aus Abb. 14, Taf. 10 ersichtlich. Die gemessenen Dehnungen waren folgende:

| Apparat Nr. | 225 | 234 | 226 | 240 | 227 | 241 | 228 | 273 | 238 | 274 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dehnungen in mm bei rund 140facher Vergröfserung | — | — | — | — | — | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 1,1 | 1,0 |

Für die hieraus für $E = 140000$ und $250000$ kg/qcm berechneten Betonspannungen sind auf Blatt 6 die Linien 1 und 2 gezeichnet.

Die beobachteten Werte sind z. T., namentlich in der Nähe der Nullinie, erklärlicherweise aufserordentlich klein, so dafs sie überhaupt nicht mehr abgelesen werden konnten. Es ist dies dadurch zu erklären, dafs die steife Brückenkonstruktion eine aufserordentlich weitgehende Verteilung der Last der an sich nicht besonders schweren Dampfwalze bewirkt.

Immerhin läfst der Versuch erkennen, dafs die O-Linie während der Belastung höher hinaufrückt. Während sie bei der ausgerüsteten unbelasteten Brücke etwa 84 cm von der Oberkante entfernt liegt, ist sie bei der Belastung durch die Dampfwalze auf etwa 75 cm Abstand hinaufgerückt.

Als Anhalt für die Verteilung der Momente wurden die Durchbiegungen zugrunde gelegt, die bei der benachbarten Staatsstrafsenüberführung, über die Bahn, wo die Anordnung der Hauptbalken die gleiche war, bereits durch Messungen festgestellt waren.

Hieraus ergaben sich für Balken 5 $34\%$ der gesamten Durchbiegungen.

Bezeichnet man mit $M_0$ das gesamte Moment der Walze für die angegebene Laststellung, so entfällt also entsprechend den Durchbiegungen aus Balken 5: $M = 0{,}34\ M_0$.

Hierfür wurden die in der nachstehenden Tabelle IV zusammengestellten Werte berechnet und damit die Linien 3 bis 7 der Abb. 14, Taf. 10 gefunden.

Die grofse Verschiedenheit der berechneten und gemessenen Werte dürfte in der Hauptsache auf eine weitgehende Lastverteilung zurückzuführen sein, zumal wenn die Lasten, wie dies hier der Fall ist, nur einen kleinen Teil der Brücke bedecken.

Es hat sich bei diesen Messungen gezeigt, dafs für die genaue Feststellung der Durchbiegungen und Dehnungen bei Eisenbetonbrücken das Übersetzungsverhältnis der verwendeten Apparate mit 5 : 1 bzw. 140 : 1 nicht grofs genug ist. Namentlich gilt dies für Strafsenbrücken, weil es bei diesen schwierig ist, eine der Rechnungslast nahe kommende Probelast zu beschaffen. Wenn auch deshalb die gefundenen Werte auf grofse Genauigkeit und Zuverlässigkeit keinen Anspruch machen können, so haben die damaligen Versuchsmessungen immerhin gezeigt, dafs bei Eisenbetonstrafsenbrücken die Lastverteilung eine aufsergewöhnlich weitgehende sein mufs und dafs deshalb die tatsächlich im Balken auftretenden Beanspruchungen in Wirklichkeit ganz wesentlich kleiner ausfallen, als sie nach den üblichen Lastverteilungsannahmen und nach den Vorschriften berechnet worden sind.

Es ist dann späterhin zugelassen worden, die lastverteilende Wirkung der Querträger, sofern sie in der statischen Berechnung nachgewiesen wurde, bei der Dimensionierung der Balken mit in Rechnung zu stellen.

### III. Messungen an dem Viadukt bei km 33,7 der Linie Görlitz—Dresden.

In der fünften Öffnung des in Abb. 15 und 16, Taf. 10 dargestellten zweigleisigen gewölbten Viadukts war ein schmaler Rifs gefunden worden, der sich in der ersten Fuge der langen Binderschichten in rund 1,25 m Entfernung von der rechten Stirn parallel zu dieser an der inneren Leibung des aus Granitquadermauerwerk bestehenden kreisförmigen Gewölbes vom Scheitel aus beiderseits bis etwa in die Kämpferlinie verfolgen liefs. Die übergreifenden Quaderschichten waren durchweg an dieser Stelle gerissen (s. Abb. 17 und 18, Taf. 10), so dafs sich also das Gewölbe in zwei parallele Streifen, einen breiten linken und einen schmalen rechten, aufgelöst hatte. Um die gegenseitigen seitlichen Bewegungen unter dem Einflufs der Verkehrsbelastung festzustellen, wurden an den Punkten 1, 2, 4, 6 und 7 (s. Abb. 1, Taf. 11) Fränkel-Leunersche Spannungszeichner bei 1 m Mefslänge quer über dem Rifs angebracht (s. Abb. 18, Taf. 10). Da es zweifelhaft war, ob die Bewegungen in der Nähe des Scheitels innerhalb der Grenzen (rund 0,7 mm) bleiben würden, die diese Apparate bei dem Übersetzungverhältnis rund 140 : 1 aufzuzeichnen vermögen, wurden an den Punkten 3 und 5 noch Leunersche Dosendurchbiegungsmesser in gleicher Weise befestigt, die aber den Nachteil aufweisen, dafs sie nicht selbst zeichnen, sondern dafs die Zeiger beobachtet werden müssen und deshalb die Ablesungen, besonders bei den raschen Schwankungen unter bewegten Lasten, hinsichtlich ihrer Genauigkeit nicht unbedingt zuverlässig sind.

Während bei Fahrten auf dem linken Gleis die Apparate so gut wie garnicht ausschlugen — d. h. also, dafs der breite Gewölbestreifen seitlich nicht ausweicht —, ergaben sich bei den Fahrten auf dem rechten, dem Rifs zunächst liegenden Gleise für die einzelnen Punkte recht anschauliche Diagramme von den seitlichen Bewegungen des schmalen rechten Gewölbestreifens, die für den Punkt 4 in Abb. 2 a bis e, Taf. 11 dargestellt sind.

Aus den Diagrammen sieht man zunächst ohne weiteres, dafs die bei weitem gröfsten Ausschläge die Lokomotiven bewirkt haben. Die Gröfstwerte für die einzelnen Fahrten sind in der Tabelle zu Abb. 1, Taf 11 zusammengestellt und auf der abgewickelten Gewölbeleibungsinnenlinie $\overline{AB}$ als Horizontalprojektion in Abb. 1 b aufgetragen. Da die in den Punkten 3 und 5 lediglich durch Beobachtung der Zeiger festgestellten Werte, wie bereits erwähnt, keinen Anspruch auf grofse Genauigkeit haben, wurden die für die einzelnen Fahrten zugehörigen Werte ohne Berücksichtigung der Punkte 3 und 5 durch Kurven verbunden. Man sieht aber, dafs auch diese beobachteten Werte nicht wesentlich abweichen. Sämtliche 5 Kurven schneiden sich mit ziemlicher Genauigkeit in den Punkten a und b, wo die seitliche Bewegung demnach gleich 0 wird. In a und b sind also die Null- oder die Gelenkpunkte gefunden, um die die seitliche Kippbewegung des schmalen Gewölbestreifen stattfindet.

Tabelle III.

| | Gemessen | Gerechnet | | Gemessen | Gerechnet | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $n = 15$ | ohne Betonzugspannungen $n = 15$ | mit Betonzugspannungen $n = 15$ $\frac{E_{bd}}{E_{bz}} = 1$ | $n = 8,4$ | ohne Betonzugspannungen $n = 8,4$ | mit Betonzugspannungen $n = 8,4$ $\frac{E_{bd}}{E_{bz}} = 1$ | mit Betonzugspannungen $n_d = 8,4$; $n_z = 15$ $\frac{E_{bz}}{E_{bd}} = 1,786$ |
| x | (84,3 i. M.) | 54,96 | 77,07 | (84,3 i. M.) | 40,62 | 71,23 | 61,59 |
| $\sigma_{bd}$ | (10,4 i. M.) | 18,40 | 15,80 | (18,4 i. M.) | 20,20 | 17,20 | 17,90 |
| $\sigma_{bz}$ | 8,5<br>9,7 | — | 18,10 | 15,3<br>17,5 | — | 22,80 | 16,90 |
| $\sigma_e$ | 127<br>146 | 529,50 | 271,0 | 127<br>146 | 523,0 | 192,0 | 253,0 |
| Linie | 2 | 4 | 6 | 1 | 3 | 5 | 7 |

Tabelle IV.

| | Gemessen | Gerechnet | | Gemessen | Gerechnet | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $n = 15$ | ohne Berücksichtigung der Betonzugspannungen $n = 15$ | mit Berücksichtigung der Betonzugspannungen $n = 15$ | $n = 8,4$ | ohne Berücksichtigung der Betonzugspannungen $n = 8,4$ | mit Berücksichtigung der Betonzugspannungen $n = 8,4$ | mit Rücksicht auf Betonzugspannungen $n_d = 8,4$ $n_z = 15$ $\frac{E_{bd}}{E_{bz}} = 1,786$ |
| x | — | 54,96 | 77,07 | — | 40,62 | 71,23 | 61,59 |
| $\sigma_{bd}$ | — | 3,60 | 3,23 | — | 4,10 | 3,51 | 2,05 |
| $\sigma_{bz}$ | 1,03<br>1,10 | — | 3,70 | 1,84<br>1,97 | — | 4,65 | 3,46 |
| $\sigma_e$ | 15,5<br>16,5 | 108,2 | 55,50 | 15,5<br>16,5 | 106,8 | 39,10 | 51,90 |
| Linie | 2 | 4 | 6 | 1 | 3 | 5 | 7 |

Diese Punkte a und b wurden in Abb. 1 a, Taf. 11 übertragen. Auf deren Verbindungslinie ist in Abb. 1 c eine Senkrechte errichtet. Von dieser aus sind auf den Parallelen durch die Punkte 1, 2, 4, 6 und 7 zu $\overline{ab}$ die entsprechenden seitlichen Ausweichungen in gleichem Mafsstabe aufgetragen. Es wurden dabei nur die äufseren Kurven, die zu den Fahrten 3 und 4 gehören, gezeichnet, da die übrigen in ähnlicher Weise wie in Abb. 1 b dazwischen liegen. Die Kurven der Abb. 1 c stellen sonach die Vertikalprojektionen der seitlichen Ausweichungen des rechten Gewölbestreifens dar.

Diese Linien veranschaulichen, dafs die Ausweichungen im rechten Gewölbeteil wesentlich gröfser sind als im linken und zwar verhältnismäfsig mehr, als die tiefere Lage des Punktes b allein es bedingte. Der Gewölbestreifen biegt also im Verhältnis zur Gesamtbewegung zwischen den Punkten a bis 4 etwas nach innen ein, und zwischen den Punkten 4 bis b entsprechend nach aufsen aus. Die Diagramme selbst sind insofern sehr beachtlich, als sie zeigen, wie fein das Mauerwerk des rechten Gewölbestreifens auf die verschiedenartigen Belastungen anspricht und wie gut die verschiedenen Achslasten und Achsabstände sich darin wiederspiegeln. Es sei besonders hingewiesen auf die Verschiedenartigkeit der Linienzüge bei den verschiedenen Zuggattungen, insbesondere wie genau sich die zwei Lokomotiven bei Fahrt 4 und der letzte schwer beladene Wagen bei Fahrt 3 darin kennzeichnen.

Die Mefslinien zeigen übereinstimmend, dafs der Gewölbestreifen, bevor die Lokomotive ihn belastet, zunächst eine geringe Bewegung nach innen ausführt. Es ist dies dadurch zu erklären, dafs die durchgehende Stirnmauer als durchlaufender Balken wirkt und deshalb bei der Ausbiegung infolge der Belastung der vorhergehenden Öffnung eine geringe Einbiegung in dem Beobachtungsfeld hervorgerufen wird.

Das Wesentlichste, was für die Beurteilung des Bauwerkes aus den Messungen hervorgeht, besteht darin, dafs die Diagramme sich sofort nach Vorüberfahrt eines Zuges wieder schliefsen, d. h. dafs der Gewölbestreifen sofort wieder in seine Ruhelage zurückkehrt. Es konnte daraus gefolgert werden, dafs es sich um reine, elastische Formänderungen handelte, und dafs deshalb durch das Vorhandensein des Risses, zumal die Bewegungen nur Bruchteile von mm (im Höchstfalle 0,65 mm) erreichen, eine unmittelbare Gefahr für die Betriebssicherheit des Bauwerkes zunächst noch nicht bestand und deshalb von sofortigen aufsergewöhnlichen Mafsnahmen abgesehen werden konnte, aufser einer dauernden Beobachtung.

Die Mefslinien ergeben in ihren Einzelheiten einen vorzüglichen Beweis für das elastische Verhalten auch von Massivbauwerken.

**IV. Messungen an der Stützmauer zwischen km 9,4 und 9,8 der Linie Chemnitz—Adorf.**

Eine auf der Linie Chemnitz—Adorf zwischen km 9,4 und 9,8 links des Gleises befindliche Stützmauer (Querschnitt Abb. 3, Taf. 11) hatte sich im Laufe der Zeit etwas nach aufsen geneigt. Bei dem verhältnismäfsig schwachen Querschnitt der Mauer bestand die Vermutung, dafs dies auf die schwerer gewordenen Verkehrslasten zurückzuführen sei. Deswegen wurden im Februar 1924 die folgenden Messungen durchgeführt.

**Anordnung der Messungen.**

Die Untersuchung erstreckte sich auf die Bewegung der Mauer an den im Grundrifs Abb. 4, Taf. 11 mit 10 bis 14 und 21 bis 24 bezeichneten Punkten, wo sie den gröfsten Überhang — im Durchschnitt 8 cm und an einzelnen Stellen bis 11 cm — aufwies. Es wurden auf der Mauerkrone an den genannten Punkten Köpckesche Feinmefslibellen quer zur Gleisachse und an den Punkten 13 und 23 aufserdem der Leunersche Schwingungszeichner aufgestellt und weiter an den Punkten 11, 13 und 24 Fränkelsche Durchbiegungszeichner in der Weise angebracht, dafs der Draht bis nach dem jenseitigen Ufer der Zwönitz gespannt wurde. Die letzteren haben durchweg keine mefsbaren Werte ergeben, jedenfalls weil für die geringen Verschiebungen der horizontal gespannte Draht zu lang und sein Eigengewicht deshalb zu grofs war. Unter dem Gleis hindurch liefs sich aber der Draht nicht anbringen, weil für ihn infolge Frostes freier Spielraum nicht geschaffen werden konnte.

**Ergebnisse der Messungen.**

Die Messungsergebnisse sind in der Tabelle V zusammengestellt.

Da die Libellen nur den Winkel $\alpha$ anzeigen, um den sich die Mauerkrone neigt, so wurde, um daraus die Verschiebungen abzuleiten, die Annahme gemacht, dafs sich die Mauer um ihren inneren Fufspunkt dreht und dabei keine Formänderung erleidet. Das Mafs der Verschiebung berechnet sich dann

$$v = h \cdot \operatorname{tang} \alpha.$$

Ob diese Annahme voll zutrifft, ist hierbei bedeutungslos; die Werte v sollen vielmehr in der Hauptsache nur einen besseren Mafsstab für die Bewegungen geben.

Die Messungen lieferten insofern ein ganz auffallendes Ergebnis, als die Blasen der Libellen infolge Einwirkung der Verkehrslasten auf dem der Mauer zunächst liegenden linken Gleis [— bei Fahrten auf dem rechten Gleis zeigten sich so gut wie keine Veränderungen —] nicht nach innen, sondern nach aufsen ausschlugen, d. h. also, dafs sich die Mauer dabei nicht, wie erwartet worden war, nach aufsen, sondern nach dem Gleise zu neigte. Diese Beobachtung wurde an sämtlichen Punkten bei allen Fahrten übereinstimmend gemacht, so dafs diese Tatsache als zweifelsfrei gelten kann. Weiter geht aus den Zahlen hervor, dafs die Einwirkung der Belastung bei sehr langsamer Fahrt wesentlich gröfser ist als bei Schnellfahrt. Dafs die durch die Libellen gefundenen Werte dabei mit denen des Schwingungszeichners nicht übereinstimmen, der sie nur in natürlicher Gröfse aufzeichnet, ist durch die sehr kleinen Ausschläge zu erklären, die eine derartig genaue Ablesung nicht zulassen. Aufserdem sind diese an sich sehr kleinen Werte vermutlich auch noch durch die infolge der Fahrten in unmittelbarer Nähe des Apparates entstehende Lufteinwirkung auf das horizontal drehbare und die Schreibvorrichtung tragende Gewicht beeinflufst worden. Obgleich also die durch den Schwingungszeichner gemessenen Werte an sich nicht als zuverläfsig angesprochen werden können, zeigt aber auch er durchweg Bewegungen nach innen an.

Aus diesen Ergebnissen konnte deshalb geschlossen werden, dafs das Überhängen der Mauer nicht durch die Verkehrsbelastung bewirkt sein kann, sondern dafs dafür andere Ursachen vorliegen müssen.

Da jedoch bei diesen Messungen eine starke Frostschicht vorhanden war, wurde es nicht für unmöglich gehalten, dafs diese die vorstehenden Ergebnisse beeinflufst haben könnte.

Die Messungen wurden deshalb im Juni 1924 in gleicher Weise wiederholt. Die Durchbiegungsmesser konnten hierbei zwischen den beiden Gleisen angebracht werden und lieferten jetzt erkennbare Werte, die allerdings wegen der geringen Ausschläge wieder auf unbedingte Genauigkeit keinen Anspruch machen können. Sie zeigen aber ebenfalls durchweg Bewegungen nach dem Gleise zu an.

Die früheren Messungsergebnisse sind dabei vollauf bestätigt worden: Die Mauer bewegt sich infolge Einwirkung der Verkehrslasten zweifelsfrei nach innen und zwar bei Langsamfahrten mehr als bei Schnellfahrten. · Die Bewegungen sind elastisch, denn die Mauer kehrt nach Entlastung wieder in ihre Ruhelage zurück.

Aus den Ergebnissen konnte also geschlossen werden, dafs die Standsicherheit der Mauer durch die Betriebsbelastung an sich nicht gefährdet war und dafs durch sie das Überhängen nicht verursacht sein konnte.

Erklärlich ist die Einwärtsbewegung unter der Belastung wohl nur durch die Annahme, dafs die vermutlich aus einem Felseinschnitt entnommene Hinterfüllung fest ansteht und deshalb infolge der Auflast nur annähernd senkrechte Drücke auf die inneren Abtreppungen übertragen werden.

Dafs die Mauer trotzdem nach aufsen ausgewichen ist, beruht wahrscheinlich auf Temperatureinwirkungen und zwar hauptsächlich auf Frosteinwirkung. Andere Erklärungen, wie sie etwa für die Bewegungserscheinungen an der Betonstrafsenbrücke in Saarbrücken gegeben worden sind, scheinen hier deswegen nicht zuzutreffen, weil auf der anderen Seite des Dammes

Tabelle V.

| Fahrtrichtung und Zuggattung | Libellen | | | | | | | | | | Schwingungszeichner | | Durchbiegungszeichner |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pkt 21 | | 22 | | 23 | | 24 | | | | 23 | 13 | |
| | $\alpha$ | $\nu$ | $\alpha$ | $\nu$ | $\alpha$ | $\nu$ | $\alpha$ | $\nu$ | $\alpha$ | $\nu$ | | | |
| | Sek. | mm | Sek. | mm | Sek. | mm | Sek. | mm | Sek. | mm | mm | mm | |
| Perszg. n. Ch. Lok. XIV HT langsam | 3,18 | 0,107 | 6,80 | 0,229 | 2,00 | 0,067 | 2,29 | 0,077 | — | — | 0,6 | — | Überall = 0. |
| 1 Lok. XI HT sehr langsam n. Ch. | 10,6 | 0,3578 | 9,71 | 0,3276 | 4,50 | 0,152 | 6,34 | 0,214 | — | — | 0,2 | — | |
| Desgl. sehr langsam n. A. | 10,6 | 0,3578 | 17,48 | 0,590 | 14,20 | 0,478 | 11,43 | 0,386 | — | — | 0,8 | — | |
| Desgl. schnell n. Ch. | 2,12 | 0,0715 | 2,52 | 0,085 | 4,57 | 0,1543 | 11,94 | 0,404 | — | — | 0,4 | — | |
| Desgl. schnell n. A. | 2,54 | 0,0856 | 3,49 | 0,1179 | 3,43 | 0,1158 | 1,41 | 0,0476 | — | — | 0,3 | — | |
| Güterzg. n. Ch. m. Lok. XI H. 5 langsam | 4,87 | 0,1645 | 10,70 | 0,3610 | 8,00 | 0,270 | 4,92 | 0,166 | — | — | 0,4 | — | |
| | Pkt 10 | | 11 | | 12 | | 13 | | 14 | | | | |
| Lok XI HV langsam n. Ch. | 2,12 | 0,0715 | 3,80 | 0,1283 | 5,72 | 0,193 | 6,80 | 0,229 | 3,34 | 0,115 | — | 0,00 | |
| Desgl. sehr langsam n. A. | 4,24 | 0,143 | 6,34 | 0,214 | 14,90 | 0,503 | 23,7 | 0,80 | 12,88 | 0,434 | — | 0,00 | |
| Desgl. schnell nach Ch. | 1,06 | 0,358 | 2,54 | 0,086 | 2,29 | 0,077 | 3,11 | 0,105 | 3,34 | 0,113 | — | 0,4 | |
| Desgl. sehr langsam n. A. | 3,18 | 0,074 | 3,80 | 0,128 | 9,16 | 0,309 | 20,80 | 0,702 | 5,80 | 0,196 | — | 0,1 | |
| Güterzg. m. XI HT Lok. n. Ch. langsam | 1,27 | 0,043 | 1,27 | 0,043 | 5,72 | 0,193 | 4,85 | 0,164 | 6,16 | 0,208 | — | 0,3 | |
| Persz. m. Lok. T 9 n. Ch. mit 28 km | 0 | — | 0 | — | 8,01 | 0,270 | 5,82 | 0,196 | 3,17 | 0,107 | — | 0.2 | |

Böschung vorhanden ist; es handelt sich also hier nicht um eine beiderseits eingeschlossene Erdmasse. Für diese Annahme spricht ferner der Umstand, dafs die Abdeckplatten auf der Mauer z. T. erheblich nach aufsen abgeschoben waren, was zweifellos durch Frosteinwirkung geschehen sein mufs. Es liegt deshalb nahe, dafs der Frost auch auf den oberen Teil des darunter befindlichen Mauerwerks eingewirkt und dieses allmählich zum Überhang gebracht hat. Eine dauernde Beobachtung der Mauer mit Hilfe von Mefsmarken und Festpunkten ist eingeleitet.

Übrigens sind auch an verschiedenen Wölbbrücken ähnliche Erscheinungen beobachtet worden; vermutlich ebenfalls durch schweren und langen Frost (Winter 1923/24) sind mehrere Stirnmauern auf den Gewölberücken nach aufsen abgeschoben worden.

## Die Normung im Eisenbrückenbau.

Von Reichsbahnrat **Karig**, Dresden.

Die wirtschaftliche Forderung, ein gestecktes Ziel mit dem geringsten Aufwand an Kosten und Arbeit zu erreichen, hat schon seit langem dazu geführt, eine möglichst weitgehende Vereinfachung und Erleichterung der zum Entwerfen und Herstellen unserer Bauwerke und zu ihrer Unterhaltung aufzuwendenden Arbeit anzustreben, jedenfalls aber alle irgend vermeidbare Doppelarbeit zu sparen. Zu diesem Zwecke wurden daher zunächst die in gröfseren Mengen verwendeten Einzelglieder schon mit Rücksicht auf vielseitige Verwendbarkeit der zu ihrer Herstellung dienenden Werkzeuge vereinheitlicht und in ihren Grundformen innerhalb des einzelnen Betriebes festgelegt. Weiterhin wurde es aber besonders im Zeitalter der Massenerzeugung gleichartiger Maschinen, Fahrzeuge und Gebrauchsartikel nötig, auch die Vereinheitlichung schwierigerer Einzelteile immer weiter zu treiben, um selbst verwickeltere Teile irgendwelcher Herkunft jederzeit durch neue, ohne weitere Zurichtung genau passende Teile ersetzen zu können. Im Bauwesen ist dieses Bestreben bisher in wesentlich geringerem Mafse hervorgetreten, weil hier die Notwendigkeit, Bauteile verschiedener Herkunft gegeneinander auszutauschen, seltener vorlag. Die Veranlassung zur Einführung fester, allgemein gültiger Normen war hier vielmehr in erster Linie die Einschränkung und Erleichterung der Entwurfsarbeiten bei der Planung neuer Bauten, wofür die Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung durch Aufstellung fester Regeln, die Erfahrungen gewisser Sonderzweige durch Festlegung einzelner Bauformen der Allgemeinheit nutzbar gemacht werden. Die Normen stellen sich daher als Vereinbarungen der beteiligten Industriekreise dar, die teils durch förmliche Anerkennung der gesetzgebenden Körperschaften, teils dadurch Gesetzeskraft erlangen, dafs die einschlägigen Industriebetriebe ihre Erzeugung ausschliefslich auf diese Normen einstellen, so dafs abweichende Formen nicht mehr oder nur unter Aufwendung wesentlich höherer Herstellungskosten zu beschaffen sind. Dagegen sind die Normen einer anderen Gruppe nur als Vorschläge oder Richtlinien für die Vereinheitlichung von Gebrauchsformen aufzufassen, deren Einführung dem Belieben der einzelnen Verbraucher überlassen bleibt.

Als Vorläufer der heutigen Normung im Eisenbrückenbau sind einerseits die Vorschriften der einzelnen Staatsbauverwaltungen für die Ausbildung des Oberbaues und für das Entwerfen der eisernen Brücken zu betrachten, die jedoch jeweils nur für einen engbegrenzten Bereich Geltung besafsen. Ihnen standen andererseits die aus den Bedürfnissen der Bauindustrie hervorgegangenen Tabellenwerke gegenüber, die infolge ihrer zum Teil sehr weit verbreiteten Anwendung eine fühlbare Erleichterung der Entwurfsarbeiten bedeuteten. Als wirkliche erste Normungen von einschneidender Bedeutung sind die im Jahre 1881 durch die Normalprofilbuchkommission geschaffene Vereinheitlichung der Walzeisenprofile, sowie die im Zusammenwirken des Vereins deutscher Ingenieure, des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieurvereine und des Vereins deutscher Eisenhüttenleute im Jahre 1886 aufgestellten »Normalbedingungen für die Lieferung von Eisenbauwerken« zu bezeichnen, die im wesentlichen noch heute mafsgebend sind. Die Weiterführung der so angebahnten Normungsbestrebungen ist heute auf den am 22. Dezember 1917 eingesetzten »Normenausschufs der deutschen Industrie« (NDI) übergegangen, der im Zusammenwirken mit dem »Deutschen Eisenbauverband« und mit tatkräftiger Unterstützung durch die staatlichen Baubehörden bereits eine ganze Anzahl für den Eisenbrückenbau wichtige Normen geschaffen hat. Von diesen seien im nachstehenden an Hand des Normblattverzeichnisses vom 1. September 1924 und der inzwischen erschienenen Mitteilungen des NDI die für den Eisenbrückenbau bemerkenswertesten aufgeführt.

### I. Ausstattung der Zeichnungen und Berechnungen.

Neben den Normen für Papierformate (DIN 476 und 826) und Zeichnungsgröfsen (DIN 823) sowie für das Falten der Zeichnungen (DIN Entwurf 824) und für die äufsere Form der Normenblätter selbst (DIN 820) sind solche für die in den Zeichnungen zu verwendenden Strichstärken (DIN 15) und Schriftarten (DIN 16) für die Anordnung der Darstellungen (DIN 6 und 1034), der Mafseinschriften (DIN 406) und des Schriftfeldes (DIN 28), sowie die Sinnbilder für Niete und Schrauben (DIN 139 und 27) zu nennen, zu denen die Normenblätter für Einheitszeichen (DIN E 1301), für mathematische Zeichen (DIN 1302) und für Formelzeichen (DIN E 1304) bei Aufstellung der Festigkeitsberechnungen hinzutreten. Besonders hervorzuheben ist an dieser Stelle das Blatt DIN 1350, über die in der Statik, Festigkeitslehre, Werkstoffprüfung und für Form- und Stabeisen anzuwendenden Zeichen, das aus dem lebhaft umstrittenen Abschnitt B Ia — e der Vorschriften für Eisenbauwerke der Deutschen Reichsbahn (Grundlagen für das Entwerfen und Berechnen eiserner Eisenbahnbrücken, Vorläufige Fassung vom Jahre 1922, Berlin, Wilh. Ernst u. Sohn inzwischen neu) hervorgegangen ist und einen Abschlufs der langjährigen gleichgerichteten Bestrebungen des Ausschusses für einheitliche Formelbezeichnungen darstellt.

### II. Werkstoffe und deren Verarbeitung.

Von allgemeiner Bedeutung ist hier zunächst, dafs nach dem Beschlusse einer Obmännerversammlung des NDI im November 1923 alles auf flüssigem wie auf teigigem Wege erzeugte und ohne Nachbehandlung schmiedbare Eisen fortan »Stahl« genannt werden soll, dafs daher der bisherige Unterschied zwischen »Eisen« mit Festigkeiten bis 45 kg/qmm und »Stahl« von höherer Festigkeit in der Benennung wegfällt. Demzufolge wird in Zukunft die Bezeichnung »Eisen« nur mehr für gegossenes Eisen und für Gufseisen, das durch nachträgliche Rückkohlung schmiedbar gemacht wird, sog. Tempergufs, in Gebrauch bleiben können. Diese Verallgemeinerung des Begriffes »Stahl« für alle im Eisenbau verwendeten Walzeisensorten erscheint berechtigt, in Anbetracht dessen, dafs der neuerdings zur Einführung gelangende hochwertige Stahl mit gegen das bisherige Flufseisen um rund 30 v. H. erhöhter Streckgrenze sowohl bei der Erzeugung als auch bei seiner weiteren Verarbeitung durchaus grundsätzlich gleiche Behandlung erfordert und sich nur eben als verfeinertes hochwertigeres Flufseisen darstellt. Die Unterscheidung zwischen den verschiedenen Stahlsorten wird daher künftig durch Beisetzung einer Kennzahl erfolgen (vgl. DIN 1600), so dafs das bisherige

weiche Flufseisen mit einer Festigkeit von 37 bis 44 kg/qmm als »Stahl St 37« der neue Hochbaustahl mit einer Streckgrenze von 30 kg/qmm und einer Festigkeit von 48 bis 58 kg/qmm als »Stahl St 48« zu bezeichnen sein wird. Dagegen bleibt zur Kennzeichnung des Erzeugungsvorganges die Unterscheidung zwischen »Flufsstahl« für den in flüssigem und »Schweifsstahl« für den in teigigem Zustand gewonnenen Stahl bestehen.

Die schon erwähnten »Normalbedingungen für die Lieferung von Eisenbauwerken« sind von dem dafür eingesetzten Unterausschufs unter Vorsitz von Krohn und unter Mitwirkung von Vertretern der staatl. Baubehörden nochmals eingehend durchgearbeitet und als Normenblatt DIN 1000 Ausgabe 1923 herausgegeben worden. Sie umfassen die Vorschriften für die Prüfung und Verarbeitung der zu Brücken und Hochbauten zu verwendenden Eisen, sowie die wichtigsten allgemeinen Bedingungen, die beim Entwerfen, bei der Aufstellung und Abrechnung von Eisenbauwerken zu beachten sind. Infolge ihrer streng sachlichen und allen Anforderungen für eine einwandfreie Bauausführung entsprechenden Festsetzungen haben diese Normalbedingungen einen weit über Deutschlands Grenzen sich erstreckenden Geltungsbereich gefunden und bilden die technische Grundlage für fast alle inländischen und die meisten Auslandslieferungen auf unserem Sondergebiete. Ein Teil dieser Normalbedingungen mit den für den Bereich der Deutschen Reichsbahn gültigen Sonderbestimmungen ist als besondere Vorschrift »Vorläufige Fertigungsvorschriften für Eisenbauwerke« mit Erlafs 82 D 5250 vom 9. Mai 1924 herausgegeben worden.

Neben diesen allgemeinen Vorschriften sind von den zuständigen Sonderausschüssen des N D I noch eine Zahl Normenblätter aufgestellt, die sich mit der Werkstoffprüfung (DIN 1581 und 1602 bis 1605), mit den Gütevorschriften für gewalzten Flufsstahl (DIN 1612 und 1613) und für Bleche (DIN 1620 und 1621 sowie 1543) befassen. Für die Vereinheitlichung der Walzprofile sind bisher nur die Blätter DIN 3 für Normaldurchmesser an Rundeisen und DIN E 1029 für ungleichschenklige Winkeleisen erschienen, während die in Bearbeitung befindlichen neuen Profilreihen für gleichschenklige Winkeleisen, sowie für I-, [- und ⅂-eisen noch eingehender Vorarbeiten bedürfen, um das Ziel einer Verbesserung der Normalprofile im Hinblick auf weitestgehende Verwendbarkeit im Eisenbau bei möglichster Beschränkung der Zahl der Querschnittsformen zu erreichen. Endlich sind hier auch die Gütevorschriften für Stahlformgufs (DIN 1505 bzw. E 1681) und die Vorschriften über Herstellung der Modelle nebst Zubehör (DIN 1511) zu erwähnen.

Eine gröfsere Zahl von Normenblättern behandelt die im Eisenbau zu verwendenden Niete (DIN 123, 124, 301, 302, 303), und die Schrauben (DIN 188, 418 und 558), für die Withworth-Gewinde (DIN 11 und 12) und einheitliche Schlüsselweiten (DIN 475) vorgeschrieben sind. Endlich wäre hier noch auf die Normen für Holzschrauben (DIN 95, 96, 97, 570 und 571) und auf die Normen für Nietlochreibahlen (DIN 311, 312) hinzuweisen.

### III. Einzelheiten der eisernen Brücken.

Von grundlegender Wichtigkeit für die Vereinheitlichung der Querschnitte von Strafsenbrücken sind die Normenblätter DIN 1071 und 1072, in denen die für die verschiedenen Strafsenarten zu wählenden Fahrbahnbreiten und Gangbahnbreiten, sowie die Belastungsannahmen behandelt werden. Die Abmessungen der zur Strafsenbefestigung dienenden Kleinpflastersteine, Bordsteine und Bürgersteigplatten sind in den Blättern DIN 481 bis 485 festgelegt. Eine Anzahl weiterer Normenblätter ist in Vorbereitung.

Für die eisernen Eisenbahnbrücken erübrigen sich derartige Bestimmungen, die in Sondervorschriften der Deutschen Reichsbahn enthalten sind. Ob das Bestreben, gewisse Einzelheiten der Eisenbahnbrücken, wie den zweckmäfsigsten Abstand der Längsträger bei Holzquerschwellenoberbau (DIN E 1035) und die Befestigung der Brückenschwellen (DIN E 1036) zu normen, zweckmäfsig ist, mag dahingestellt sein. Da es sich hier um Einzelheiten eines beschränkten Sondergebietes handelt, die nur für gewisse Einzelfälle angewendet werden können, so erscheint es richtiger, von deren Normung abzusehen und die Angaben dieser Normenblätter in die besonderen Beispielsammlungen und Planungsvorschriften der Deutschen Reichsbahn zu verweisen, wie dies bisher zum Teil in den Dircksenschen Tafeln zu den Vorschriften der vorm. Preufsischen Staatseisenbahnen der Fall war.

Von sonstigen genormten Einzelheiten des Eisenbaues sind noch zu erwähnen die Streich- und Wurzelmafse für Walz- und Stahleisen (DIN 1030 und 1031) und die Nietabstände für Winkeleisen (DIN 1032 und 1033), denen hoffentlich recht bald auch Normenvorchläge für den Anschlufs der Fahrbahnlängsträger aus I-eisen und dergleichen folgen werden.

Im Entwurf liegen ferner die Vorschläge (DIN E 1039 und E 1040) für feste und bewegliche Linienkipplager von 125 bis 300 t Auflagerdruck vor. Hierfür war vom Verfasser bereits in Heft 38 bis 43 der »Bautechnik« Jahrgang 1923 ein Vorschlag gemacht, der aber durch die inzwischen erfolgte Erhöhung der zulässigen Pressung in der Berührungslinie der Rollen zum Teil überholt worden ist. Trotz der Bekanntgabe des vorgenannten Normenvorschlages des Deutschen Eisenbauverbandes, der in manchen Einzelheiten wesentliche Mängel aufweist, hat Verfasser auf Grund der ihm zugegangenen Äufserungen vieler Fachgenossen seinen Vorschlag neu bearbeitet und wird ihn in einem der nächsten Hefte der »Bautechnik« dem Urteil der beteiligten Kreise unterbreiten.

Endlich möge noch auf die im Knickausschufs im Rahmen der Vereinheitlichung technischer Baupolizeibestimmungen (ETB) unter Vorsitz von Gehler erzielte Einigung auf ein einheitliches Berechnungsverfahren für Druckstäbe hingewiesen werden, das demnächst als Normenvorschlag erscheinen soll und auch in die Berechnungsvorschriften der Deutschen Reichsbahn für deren Bereich übernommen worden ist (vergl. den Aufsatz von Dr. Ing. Kommerell im vorliegenden Hefte). Durch dieses Verfahren wird die zulässige Beanspruchung gedrückter Stäbe einheitlich festgelegt.

## Der Oberbau auf Brücken.

Von Dr. Ing. **Bloss**, Dresden.

Hierzu Abb. 1 bis 10 auf Tafel 9 und Abb. 6 auf Tafel 12.

Der Oberbau auf Eisenbahnbrücken unterscheidet sich vom Regelgleis hauptsächlich dadurch, dafs auf Brücken die Bettung entweder nur in einer beschränkten Bauhöhe angeordnet wird oder ganz wegfällt. Es ergibt sich dabei eine ganze Stufenleiter von Möglichkeiten. Im engsten Anschlufs an das Regelgleis stehen solche Gleise auf Steinbrücken, bei denen nur im Gewölbescheitel die Höhe der Bettung eingeschränkt ist, sonst aber die volle Bettungshöhe vorhanden ist. Am weitesten vom Regelgleise entfernen sich Brückengleise, bei denen auch auf Schwellen verzichtet wurde, deren Schienen also unmittelbar auf den Hauptträgern oder Längsträgern angeordnet werden.

Die Hauptfrage für die Beurteilung von Brückengleisen ist, welche Eigenschaften dem Brückengleise gegenüber dem Regelgleise durch den teilweisen oder gänzlichen Verzicht auf die Bettung verloren gehen.

Im Regelgleise fällt der Bettung die Aufgabe zu, durch die Eindrückung der Schwelle in die Bettung, die sich als eine elastische (und zwar fast rein elastische) Formänderung darstellt, dem Gleise eine gewisse Federung zu verleihen, so dafs es sich weich befährt und die Stofsdrücke gut verarbeitet werden. Die Stofsdrücke gehen entweder vom Gleise aus und erscheinen dann als Schläge, die durch Unregelmäfsigkeiten der Gleislage und Unstetigkeiten der Fahrbahn ausgelöst werden, z. B. Höhenbuckel, Einsenkungen, Knicke, insbesondere aber Stofsstufen, Lücken und Winkelbildungen an den Schienenstöfsen *). Die vom Fahrzeuge ausgehenden Stofsdrücke entstehen durch unrunde Räder, durch Schliffstellen auf den Radkränzen, durch unausgeglichene Massenwirkungen an den Lokomotivrädern, durch plötzliche Druckänderungen im Federspiel. Alle diese Stofsdrücke erscheinen in den Stofsformeln, die Dr. Saller aufgestellt hat, in der Form von Stofs- oder Fallhöhen. Verarbeitet werden die Stofsdrücke durch die elastische Nachgiebigkeit des Oberbaues, und es liegt also die Aufgabe vor, die Stofshöhen möglichst klein und die federnden Durchbiegungen ausreichend grofs zu halten. Die Einschränkung der Stofshöhen läuft auf eine gute Durchbildung des Gleises und auf die dauernde Erhaltung einer guten Gleislage hinaus. Was das Mafs der ausreichenden Durchbiegung anlangt, so kann man die Stofsformeln zunächst dahin auslegen, dafs eine gute Verarbeitung der Stofsdrücke gewährleistet ist, wenn ein Brückengleis dieselbe Durchbiegung aufweist wie ein kräftiges Regelgleis. Demnach würden etwa 2 mm als untere Grenze für die Durchbiegung gelten können, 2,5 mm als ein gutes Mafs. Freilich bedürften diese Zahlen eigentlich noch eines besonderen Nachweises. So einleuchtend der Schlufs vom Regelgleis auf das Brückengleis auch ist, so sind doch die Wirkungen der Stöfse bei beiden noch recht verschieden; treffen sie doch beim Brückengleise vorzugsweise auf empfindliche Bauteile geringer Masse, bei Eisenbrücken z. B. vornehmlich auf Längs- und Querträger, im Regelgleise aber treffen sie auf die unbegrenzte, unempfindliche Masse des Erdunterbaues. Für den Anfang, solange eine auf Messungen begründete Erforschung der näheren Verhältnisse noch fehlt, mufs man von dem Vergleich mit dem Regelgleise als dem einzigen greifbaren Anhalt ausgehen.

Eine zweite Hauptaufgabe der Bettung des Regelgleises, die für die Beurteilung der Brückengleise wesentlich ist, besteht in der einfachen, ja unübertrefflich einfachen Regelung der Höhenlage, die das Nachstopfen bietet. In der Erhaltung dieser Möglichkeit besteht eigentlich der Hauptvorzug des über Brücken der verschiedensten Bauart durchgeführten Schotterbettes. Als zweiten Vorteil, der für Brücken in bewohnten Lagen nicht unwesentlich ist, kann man für das Schotterbett auf Brücken die wasserdichte Abdeckung und eine gewisse Schalldämpfung buchen. Eine grofse Höhe des Schotterbettes ist für diese Belange nicht erforderlich, die dabei meistens angeordnete Stopfschicht von 8 bis 10 cm Stärke genügt für diese Zwecke. In dieser Hinsicht liegt ein wesentlicher Unterschied gegen das Regelgleis vor, dessen Bettung imstande ist, Lastwirkungen und Stofsdrücke elastisch zu verarbeiten. Soll dem Schotterbett auf Brücken dieselbe Fähigkeit verliehen werden, so würde hierzu nach Kreuter eine Bettungsstärke von 56 cm, nach Ast eine solche von 41 cm, unter Schwellenunterfläche gemessen, gehören; hierbei ist noch zu berücksichtigen, dafs sich im Regelgleise auf Erdunterbau auch dieser an der Druckaufnahme und der Verarbeitung von Stofsdrücken beteiligt. Wo nun auf Brücken die Kiesbettung nicht durchgeführt wird, fehlt dem Oberbau fast stets ein Zwischenglied, mit dem die Seiten- und die Höhenlage leicht und schnell geregelt werden könnte. Es tritt daher die Erscheinung auf, dafs auch auf grofsen, wichtigen Bauwerken die Gleislage schlechter ist als im anschliefsenden Regelgleis; also gerade dort, wo die Verminderung der Fall- und Stofshöhen und damit der Stofsdrücke besonders erstrebenswert wäre, um empfindliche Bauteile zu schonen, ist oft ein wesentlicher Mangel festzustellen.

Es wird nützlich sein, einige bezeichnende Oberbauformen auf Brücken hier kurz zu besprechen. Ein Beispiel besonders starrer Ausbildung stellt der Oberbau auf den eisernen Brücken der Eisenbahn von Ismid nach Angora dar (Abb. 1 bis 4, Taf. 9). Die ganz eiserne Fahrbahn ist aus einem recht eigentümlichen Grunde angewendet worden: Da jene Gegend aufserordentlich holzarm ist, mufste man bei der herrschenden Unsicherheit befürchten, dafs die hölzerne Fahrbahn häufig eine willkommene Diebesbeute sein würde; wurde doch verschiedene Male selbst das Blei unter den Auflagern kleiner Brücken gestohlen. Offenbar ist man aber bei der Ausbildung der Fahrbahn in dem Streben, alles niet- und nagelfest zu machen, viel zu weit gegangen, und die Folge war ein zu starres Gleis. Die Schwellen-Längsträger hatten bei dieser Anordnung nur 1,6 m Abstand, lagen also fast unmittelbar unter den Schienen. Auf sie waren die flufseisernen Schwellen (Zoreseisen) mittels einer Grundplatte festgenietet. Auf die Zoreseisen waren der Schienenneigung wegen glatte, keilförmige Unterlegplatten von achteckiger Form genietet. Auf diesen waren die Schienen mit gewöhnlichen Hakenschrauben und Klemmplatten befestigt. Zur Erzielung grofser Steifigkeit war je ein senkrechter Stehbolzen zwischen der Grundplatte und dem Stege des Zoreseisens eingezogen. Zerdrückungsversuche sollten die Zweckmäfsigkeit dieser Mafsregel dargetan haben. Die Gangbahn war aus Riffelblechen, die zwischen die Zoreseisen genietet waren, gebildet. Dieser Oberbau erschien nun in statischer Hinsicht nach allen Richtungen völlig gesichert, bezüglich seiner dynamischen Wirkung hat er jedoch völlig versagt. Infolge der Unnachgiebigkeit des Oberbaus fuhr es sich sehr hart auf den Brücken, namentlich die Auffahrt soll sich sehr unangenehm bemerkbar gemacht haben. Augenscheinlich hat der unvermittelte Übergang von dem nachgiebigen Schottergleise nach dem starren Brückengleise zu besonders lästigen Stöfsen und Schwingungen geführt. Ferner wurden durch die Schläge der Betriebsmittel in zehnjährigem Betriebe viele Brückennieten gelockert, so dafs zuletzt grofse Unterhaltungskosten erwuchsen. Auch wurden die Stehbolzen an ihren Enden breitgeschlagen, so dafs sie den ihnen zugedachten Zweck nicht mehr erfüllen konnten; die Belageisen begannen vielfach zu reifsen. Die Risse traten, wie Abb. 4, Taf. 9 zeigt, an verschiedenen Stellen auf. Schliefslich mufste der Oberbau durch Einziehen von Holzschwellen nachgiebiger gemacht werden. Ganz ähnliche Erfahrungen wurden mit dem Oberbau einer Elbbrücke unterhalb Dresden gemacht, bei dem die Schienen gleichfalls auf Zoreseisen und diese wieder unmittelbar auf Fahrbahnträgern verlegt waren.

Ein Beispiel eines Langschwellen-Oberbaues ist der auf der Firth of Forth-Brücke, 1890 fertiggestellt. Die Langschwellen liegen hier in einem kastenförmigen eisernen Troge, der zugleich als Schutz gegen Entgleisungen dienen soll, und dessen Oberkanten daher über die Schienenfahrflächen hinausragen. Die Fahrbahn der Brücke wies in langen Wellen Abweichungen von der Geraden auf, die bis zu 80 mm betrugen und die durch Montagefehler an diesem Riesenbauwerk recht wohl erklärlich sind. Es war daher nötig, Ausgleichshölzer zur Erzielung gleichmäfsiger Höhenlage einzubringen. Es wurden in die Tröge zunächst mit Abständen von 813 mm Teakholzklötze nach der Quere eingepafst und fest eingekeilt (Abb. 5, Tafel 9). Die Zwischenräume wurden mit Tannenholzklötzen ausgefüllt, die in Teeröl getränkt waren. An den Kanten waren kleine, bogenförmige Entwässerungsmulden eingeschnitten, die in kleine Ablaufstutzen ausmündeten. Die ganze Klotzlage wurde bei heifsem Wetter mit Pech übergossen und mehrfach

*) Vergl. Bräuning, Grundlagen des Gleisbaues, S. 10 bis 20. (Dabei beachten: Lebendige Kraft ist Arbeitsvermögen = mkg.)

überstrichen, bis es sicher schien, dafs kein Wasser mehr durch die Fugen eindringen könne. Auf diese Unterlage wurden die Langschwellen aus Teakholz in Längen von je 2,438 m verlegt und mit Eisendornen an die Unterlage angeheftet. Die Schiene, eine Brückenschiene von 210 mm Fufsbreite, 100 mm Höhe und 59,53 kg/m Gewicht, war mit stumpfen, runden, etwas konischen Kopfnägeln befestigt. Hierzu waren Löcher in die Schwellen vorgebohrt. Die Nagelköpfe stehen soweit vor, dafs sie mit der Zange gefafst werden können. Eine Verlaschung fehlt ganz, doch sind an den Schienenstöfsen in dichter Lage 8 Schienennägel in 60 cm Teilung versetzt angeordnet. Die Pechfüllung hat das Eindringen von Wasser nicht zu verhindern vermocht, denn schon im ersten Betriebsjahre mufsten Auswechslungen vorgenommen werden. Auf der Brücke ist übrigens bald nach der Eröffnung ein leerer Kohlenwagen entgleist, wobei sich der Entgleisungsschutz als völlig wirksam erwies. Im Sommer 1908, also nach 18jähriger Betriebszeit, wurde dieser Oberbau gänzlich erneuert und teilweise etwas verändert. Die kieferne Langschwelle liegt jetzt (Abb. 6 und 7, Tafel 9) auf dem Grunde des Kastens und ist mit Teakhölzern festgekeilt. Alle verbleibenden Zwischenräume sind mit einer wasserundurchlässigen Teermasse verkittet. Die Ausgleichshölzer sind nicht mehr unter, sondern auf der Langschwelle in enger Teilung angeordnet. Sie bestehen aus Platten australischen Hartholzes in verschiedenen Stärken und sind 2 cm tief in die Langschwellen eingelassen. Die Schienen sind mit den Unterleghölzern mit je einer Schraube in versetzter Anordnung an den Schwellen befestigt. Es ist gleich die doppelte Anzahl von Schienenlöchern vorgesehen, um locker gewordene Schrauben ersetzen zu können. Die gesamte Oberfläche zwischen den Längsträgern und diese selbst sind mit Asphaltteer gestrichen. Trotzdem ist nach den früheren Erfahrungen immer wieder mit dem Eindringen von Wasser und Faulen der von Luft abgeschlossenen Schwellen zu rechnen. Herstellung und Unterhaltung dieses Oberbaues kann schlankweg als Flickerei bezeichnet werden.

Ein Brückenoberbau mit unechter Langschwelle ist der von der viergleisigen Eisenbahn-Elbbrücke in Dresden (Abb. 8, Taf. 9). Unecht kann die Langschwelle deswegen genannt werden, weil die Schienen nicht durchlaufend satt auf der Langschwelle gelagert sind, sondern nur in einzelnen Stützpunkten. Übrigens hat, als die Langschwellen erneuert werden mufsten, das Einsetzen und Einpassen der neuen eine erhebliche Mühe verursacht. Dieser Nachteil ist wohl allen Bauarten mit Langschwellen eigen, im vorliegenden Falle aber wegen der geschlossenen Bauart zwischen den Streichschienen besonders hervorstechend.

Als Muster eines bettungslosen Gleises auf Steinbrücken sei das Brückengleis einer sächsischen vollspurigen Privatbahn angeführt (Abb. 6, Taf. 12). Diese Brücken sind sehr schmal und bis zur Schwellenunterkante voll gemauert, die Querschwellen sind auf einer Langschwelle aus Beton verlegt. Dieser Oberbau entspricht schon ganz dem, wie er auf eisernen Brücken allgemein üblich ist. Höchstens haben die Längsträger auf eisernen Brücken gewöhnlich einen etwas gröfseren Mittenabstand. Dennoch ist aber die Lage der Schienen zu der unterstützenden Fläche fast immer noch so, dafs die Schiene mit der Innenkante des Längsträgers abschneidet, die Querschwelle also nicht auf Biegung, sondern nur auf Abscheren beansprucht wird. Es kommt also keine Durchbiegung als stofsverarbeitende Federung zustande, sondern lediglich die Zusammendrückung des Holzes wirkt auf die Verarbeitung der Stofsdrücke hin. Diese Zusammendrückung der Schwelle läfst sich nach den Messungen Wasiutynskis am Regelgleise — genaue Beobachtungen über das elastische Verhalten von Brückengleisen scheinen leider noch nirgends gemacht worden zu sein — auf 0,5 bis höchstens 0,8 mm schätzen. Solche Werte sind aber zu gering, um für sich allein eine einwandfreie Verarbeitung der Stofsdrücke zu gewährleisten.

Wenn man nach den Mitteln fragt, die geeignet sind, Stöfse herabzumindern und Stofsdrücke zu verarbeiten, so mufs man sich vor Augen halten, dafs der Brückenbauer die vom Fahrzeuge ausgehenden Stöfse als gegeben hinnehmen mufs. Von den Mitteln, die Stofsdrücke durch zweckmäfsige Bauart zu vermindern und zu unterdrücken, stehen in diesem Aufsatz nur die zur Behandlung, die das Gleis betreffen. Das Gleis ist aber in erster Linie zu dieser wichtigen Aufgabe berufen, weil es erwünscht ist, die Stofsdrücke gleich dort zu bekämpfen, wo sie auftreten, sie also gar nicht erst in das Bauwerk zu leiten.

In der Bauart des Gleises stehen folgende stofsmildernde Mittel zur Verfügung:

1. Verbesserung des Schienenstofses.

a) Verminderung der Zahl der Schienenstöfse durch Verwendung möglichst langer Schienen. Dieser Grundsatz ist zwar allgemein anerkannt, könnte aber sicher noch gesteigert werden. Bei Steinbrücken könnte erwogen werden, ein Dach über die Brücke zu bauen. Einzelne Beispiele gibt es schon. Die wasserdichte Abdeckung des Gewölberückens legt eigentlich den Kampf gegen die Niederschläge in die Etappe, nicht an die Front. Die Gewölbeabdeckung ist unzuverlässig, schwer zu überwachen und nur mit grofsen Mühen, Kosten und Störungen auszubessern. Entschlösse man sich, grofse, wichtige Steinbrücken zu überdachen, so könnten die Gleise genau wie Hallen- oder Tunnelgleise so grofse Schienenlängen erhalten, wie sie die Handhabung noch zuläfst. Neben der Verminderung der Schienenstöfse hätte man noch den Vorteil, dafs die Lebensdauer der Brücke verlängert, manche Betriebsstörung vermieden würde.

Für eiserne Brücken kämen seitliche oder obere Sonnenschirme in Frage, die die unmittelbare Sonnenstrahlung und die zurückgeworfene, strahlende Wärme von den Schienen abhalten würden. Der für die Berechnung der Wärmefugen mafsgebende Hitzegrad könnte dadurch um 20 bis 25° ermäfsigt werden. Die Abmessungen der Schirme liefsen sich nach der Himmelsrichtung der Brücke und dem höchsten Sonnenstande im Juni, Juli und August leicht berechnen, der zusätzliche Winddruck könnte durch durchbrochene Gliederung der Schirme in erträglichen Grenzen gehalten werden.

b) Verbesserung des Schienenstofses. Beim Bau von Gleisen wird vielfach aufser acht gelassen, dafs wegen der unvermeidlichen Herstellungsfehler nicht jede beliebige Lasche an jedes beliebige Schienenende passen kann. Dort, wo zwei Schienen mit verschiedener Höhe der Laschenkammer zusammentreffen, müssen stark schlagende Stöfse entstehen, bei denen auch rasche und starke Abnutzungen eintreten. Freilich würde man diese Übelstände zweckmäfsig dadurch gründlich beseitigen, dafs man Schienenenden und Laschen durch Nacharbeiten der Pafsstellen genau aufeinander abstimmt*). Dadurch könnte auch das Regelgleis viel gewinnen. Solange aber eine so genaue Herrichtung des Stofses nicht üblich ist, mufs man sich für Brückengleise darauf beschränken, die Stöfse auf Brücken besonders sorgfältig herzustellen. Insbesondere könnte man darauf Bedacht nehmen, mittels besonderer Laschenkammer-Lehren nur gleich hohe Schienen für Brückengleise auszusuchen. Auch das Abhobeln von Stofsstufen in der Fahrfläche möchte sich in vielen Fällen empfehlen.

c) Die Beseitigung der Stöfse durch Verschweifsen der Schienen ist auf Brücken die durchgreifendste Lösung der Stofsfrage. Die Reichsbahndirektion Breslau hat damit erfolgreiche Versuche gemacht, die Bean-

*) Vergl. Dr. Ing. Bloss: „Über die Genauigkeit des Laschenanschlusses am Schienenstofs“, Zentralblatt der Bauverwaltung 1922, S. 178.

spruchung der Fahrbahnträger ist dadurch um ein volles Viertel vermindert worden. Und wenn auch die Schweifsarbeit etwas über den Rahmen der sonstigen Gleisherstellung und -Unterhaltung hinausgeht, so sind die Erschwernisse doch verschwindend im Vergleiche zu dem erzielten Nutzen.

2. Zwischenlagen zwischen Schiene und Schwelle.

a) Holzzwischenlagen. Wenn Holzzwischenlagen einer ins Gewicht fallenden Nachgiebigkeit fähig sein sollen, müssen sie eine beträchtliche Höhe erhalten.

Das Pappelholzplättchen kann entgegen vielfach geäufserten Meinungen nicht als federnde Zwischenlage angesehen werden; dazu ist seine Stärke, gewöhnlich 5 bis 8 mm, viel zu gering. Die Wirkung der Pappelholzplättchen liegt mehr in der wagrechten Ebene und erstreckt sich weniger auf senkrechte Kräfte. Dadurch, dafs die kleinen Unebenheiten des Schienenfufses und der Unterlage wie mit einem Prägestempel auf den Lagerflächen der Pappelholzplättchen abgebildet werden, vermehren sie die Haftung zwischen Schiene und Platte, damit den Widerstand gegen wagrechte Bewegungen der Schiene; sie dämpfen also die Seitenbewegungen samt ihren abschleifenden Wirkungen und den Wanderschub. Treten dennoch solche Bewegungen ein, zumal bei offenen, nicht fest geschlossenen Befestigungsweisen, dann spielt das Pappelholzplättchen nur die Rolle, dafs es als schwächstes Glied die Abnutzungen auf sich nimmt.

b) Zwischenlagen aus Filz, Gewebebauplatten oder Leder. Die Meinungen über diese Zwischenlagen sind geteilt. Nach übereinstimmenden Berichten ist ihre Wirkung anfangs sehr gut, läfst aber bald nach, weil die elastische Nachgiebigkeit durch die tausendfach wiederholten Schläge und Stöfse verloren geht oder weil die Platten unter den Witterungseinflüssen verrotten. Wollte man einen vollen Erfolg damit erzielen, so müfste man sich schon entschliefsen, dafs die Platten nach einer bestimmten Zahl von Achsübergängen oder nach Erreichung einer nicht zu hoch bemessenen Gebrauchsdauer, jedenfalls aber vor Erschöpfung ihrer Wirkung ausgewechselt werden. Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit bedürfte es viel eingehenderer Beobachtungen, als sie bisher bekannt geworden sind. Die Beurteilung müfste sich auf zahlenmäfsige, nicht nur auf gefühlsmäfsige Angaben stützen.

c) Echte Federn aus Stahl. Einen sehr beachtlichen Versuch, Schienen auf Federn zu lagern, stellt die Bauart Schuler dar, die anfangs der neunziger Jahre auftauchte und von den vormals oldenburgischen Staatsbahnen in einer Probestrecke ausgeführt wurde. Die Schiene wurde bei dieser Bauart von gehärteten Unterfedern getragen und von Oberfedern, die unter erhöhten Lappen der Klemmplatten angeordnet waren, festgeklemmt (Abb. 9 und 10, Taf. 9). Die Strecke befuhr sich nach einer Mitteilung der vormaligen General-Eisenbahndirektion in den ersten Jahren gut, auch schienen die Unterhaltungskosten etwas geringer als bei den anschliefsenden Vergleichsstrecken mit Regeloberbau. Schon nach drei bis vier Jahren liefs die Elastizität der Platten etwas nach, der Pfeil der Unterfedern ging zurück, einzelne brachen; die Oberfedern wurden locker und fielen heraus. Die federnden Unterlagsplatten wurden wieder ausgebaut. Wie ersichtlich, sind die Gleisfedern an Überbeanspruchungen gescheitert. Das kann entweder die Folge zu schwacher Bemessung oder mangelhaften Baustoffes sein. Die geschilderten Erfahrungen können daher nicht als allgemein gültig betrachtet werden. Es ist durchaus nicht ausgeschlossen, dafs man mit den heutigen hochwertigen Stahlsorten bessere Ergebnisse erzielen würde und der Grundgedanke wäre es wohl wert, in einem ernsten Versuche erneut geprüft zu werden.

3. Elastische Durchbiegung der Schwellen als Stofsdämpfung.

Erhebliche Werte für die federnden Durchbiegungen kann man erzielen, wenn man die Auflagerweite der Brückenschwellen gröfser macht als den Mittenabstand der Fahrschienen, und zwar soviel, dafs sich die Schwelle unter der Last durchbiegen kann. Zu der bisher allein betrachteten Druckelastizität tritt dann ergänzend die Biegungselastizität. Für die Berechnung dieser Anordnung mufs man sich vor Augen halten, dafs bei ihr auf die einzelne Schwelle nicht mehr der volle Achsdruck entfällt, sondern nur noch der Anteil, den Zimmermann den Schienendruck nennt. Bekanntlich wird für die Regelbelastung nach Hoffmann*)

$$P = \frac{4\gamma + 1}{8\gamma + 1} G,$$

für die Regelbelastung nach Schwedler*)

$$P = \frac{\gamma + 2}{3\gamma + 2} G,$$

worin G die Achslast, P der Schienendruck und

$$\gamma = B : D.$$

B ist die Kraft, die der Schiene den Biegungspfeil 1, D die Kraft, die ihr die Druckeinsenkung 1 erteilt.

Setzt man in der geschilderten Auflagerung der Schwelle den Überstand von der Auflagerstelle bis zum Lastpunkt $= t$ und nennt die halbe Schwellenlänge l, so berechnet sich die Durchbiegung im Lastpunkte aus der Differenzialgleichung der Biegelinie leicht zu

$$y = \frac{P t^2 (3l - 2t)}{3 E_1 J_1},$$

worin $E_1 J_1$ die Steifigkeitsziffer der Schwelle auf Biegung ist.

Zur Einsenkung tritt aber noch die Eindrückung in das Holz, die man angenähert

$$\Delta h = \frac{P h}{f E_2}$$

setzen kann. Hierin ist h die Schwellenhöhe, f die Lagerfläche der Unterlegplatte und $E_2$ die Elastizitätszahl des Holzes senkrecht zur Faser. Man erhält also D aus der Bedingung

$$1 = \frac{D t^2 (3l - 2t)}{3 E_1 J_1} + \frac{D h}{f E_2}$$

$$D = \frac{3 E_1 J_1 f E_2}{E_2 f t^2 (3l - 2t) + 3 h E_1 J_1}.$$

Ferner ist

$$B = \frac{6 E J}{a^3},$$

wobei E J die Steifigkeitsziffer der Schiene, a der Schwellenabstand. Mit Hilfe dieser Beziehungen kann man diese Auflagerung für jeden gewünschten Biegungspfeil berechnen. Es ist wohl kein Zweifel, dafs man bei einer solchen elastischen Lagerung des Gleises Abminderungen der Stofsdrücke erreichen kann, die an Wirkung dem Schweifsen der Stöfse gleichkommen, sich aber über die ganze Länge des Gleises erstrecken. Zur guten und sachgemäfsen Auflagerung der Schwellen wäre zweckmäfsig eine Lagerleiste mit leicht gewölbter Oberfläche auf den Längsträgern oder den Hauptträgern anzuordnen.

4. Das Schotterbett als stofsdämpfende Masse.

Zweifellos vermehrt das Schotterbett die stofsaufnehmende Masse. Dafs es dem Brückengleise die volle elastische Nachgiebigkeit des Regelgleises nur bei grofser Bettungsstärke geben kann, ist schon oben dargestellt worden. Wo man also darauf besonders rechnet, empfehlen sich reichliche Bettungsstärken. Meistens wird das Schotterbett nur auf kleineren Brücken, etwa bis 30 m Spannweite, durchgeführt. Es ist aber nicht einzusehen, weshalb es nicht auch bei grofsen Brücken durchgeführt werden sollte. Auch bei weit gespannten Strafsenbrücken erhält ja die Fahrbahn ein sehr grofses Gewicht.

Es ist schon oben erwähnt worden, welche Wichtigkeit einer tadellosen Erhaltung der Höhenlage beizumessen ist.

*) Vergl. Zimmermann, Berechnung des Eisenbahnoberbaues, S. 203.

Als einfachste Lösung dafür erscheinen in bettungslosen Gleisen Höhenbeilagen aus Blech, die man zwischen die Unterlegplatte und Schwelle anordnen könnte. Mit einem Satze von 2, 3, 5 und 10 mm liefsen sich alle erforderlichen Regelungen erreichen. Für Zwischenmafse und gröfsere Höhenunterschiede könnten zwei oder drei solche Beilagen zusammen angewendet werden.

Als Ergänzungen der Brückengleise stellen sich die Übergänge vom Regelgleise auf die Brücke und der Entgleisungsschutz dar. Die Übergänge (Auffahrten) dienen dazu, die Fahrzeuge möglichst sanft von dem elastisch liegenden Regelgleis auf das starrer liegende Brückengleis überzuleiten. Sie bestehen meistens aus einem hölzernen Roste, der auf dem Mauerwerke des Widerlagers angeordnet ist. Sie sind nicht immer leicht in Ordnung zu halten und daher oft wunde Punkte. Sie treten an Wichtigkeit um so mehr zurück, je elastischer das Brückengleis ist, und bei voller Nachgiebigkeit des Brückengleises erscheinen sie auch für schnell befahrene Brücken entbehrlich.

Der Entgleisungsschutz wird in zwei Formen ausgeführt. Er soll entweder entgleiste Fahrzeuge so nahe an die Fahrschiene heranführen, dafs sie nicht an Bauwerksteile anstofsen können. In dieser Form besteht der Entgleisungsschutz aus zwei Schienen, die zwischen den Fahrschienen mit der gewöhnlichen Befestigung so angebracht sind, dafs zwischen Fahrschiene und Schutzschiene ein lichter Abstand von 15 bis 16 cm verbleibt. Soll aber die Schutzanlage Entgleisungen auf der Brücke wirksam verhindern, dann tritt sie in der Form der Leitschienenanlage auf. In beiden Fällen müssen an den Brückenenden die Schutzschienen in Gleismitte zusammengeführt und mit einer Art Spitzenverschlufs gesichert werden. Oft wird der Entgleisungsschutz ergänzt durch flügelförmige Führungsschienen an der Aufsenseite des Gleises sowie durch rampenförmige Auflaufstücke beiderseits der Fahrschienen. Durch diese Rampen wird angestrebt, entgleiste Räder auf die Höhe der Fahrschiene zu heben, so dafs sie sich von selbst wieder eingleisen können. Tatsächlich soll dieser Zweck in einigen Fällen schon erreicht worden sein.

Aus den vorstehenden Darlegungen ist zu ersehen, dafs die Erforschung und Ausgestaltung des Brückengleises zur Zeit noch viele offene Fragen bietet. Vor allen Dingen fehlt es noch ganz an Messungen, bei denen die Durchbiegung des Gleises und ihr Einflufs auf die Stofswirkungen durch gleichzeitige Beobachtung beider geklärt wird. Es eröffnet sich daher ein reiches Arbeitsfeld für eine gemeinsame Arbeit des Brückenausschusses und des Oberbauausschusses.

---

## Sparbauweisen für Brücken im Bereich der Reichsbahndirektion Dresden.

Von Eisenbahnoberingenieur a. D. **Schönberg** beim Brückenbaubüro der Reichsbahndirektion Dresden.

Hierzu Tafel 12.

### I. Spargrundsätze für Wölbbrücken.

Die Beurteilung der Kostenfrage vom Standpunkte der Wirtschaftlichkeit aus wurde bisher beim Bau von Steinbrücken recht stiefmütterlich behandelt. Es sei deshalb, um einen kleinen Beitrag zu dieser Frage zu liefern, erlaubt, im folgenden einige Spargrundsätze zusammenzustellen, die im Bereiche der Reichsbahndirektion Dresden für den Entwurf und Bau massiver Eisenbahnbrücken mafsgebend sind und deren Befolgung es ermöglichte, Kostenverminderungen zu erreichen, die diese Brücken sogar in Zeiten niedriger Eisenpreise mit eisernen Bauwerken wettbewerbsfähig machten. Anschliefsend daran werden mehrere nach diesen Grundsätzen ausgeführte Bogenbrücken beschrieben und durch Kostenangaben erläutert.

Zunächst müssen Ersparnisse erzielt werden durch zweckmäfsige und wirtschaftliche Planverfassung. Die richtige Aufteilung der Gesamtlichtweite spielt bei längeren Viadukten eine bedeutende Rolle, besonders wenn die Bodenverhältnisse zu kostspieligen Gründungsarbeiten nötigen. Die alte Faustregel, dafs eine Brücke dann am billigsten ist, wenn die Kosten der Gewölbe für ein qm Brückengrundrifs den Kosten der Pfeiler und Widerlager, ebenfalls für 1 qm Gesamtbrückengrundfläche, gleich werden, oder bei denen die Lichtweiten der Öffnungen den Lichthöhen der Gewölbe über Talsohle gleich sind, gelten jedenfalls nur in engen Grenzen und sind von Fall zu Fall durch vergleichende Kostenberechnungen nachzuprüfen. Dabei mufs auch berücksichtigt werden, dafs eine Brücke mit weitgespannten Gewölben vielfach schon deshalb wirtschaftlicher ist, weil das Verhältnis zwischen Eigen- und Nutzlast günstiger wirkt als bei kleinerer Stützweite, sodafs eine später eintretende Erhöhung der Nutzlast nicht gleich einen Umbau der Brücke erforderlich macht.

Besonders wichtig für die Wirtschaftlichkeit eines Gewölbes sind die richtige Formgebung und zweckmäfsige Verteilung der Baustoffmassen, weil nur hierdurch die volle Ausnutzung der Druckfestigkeit des Baustoffes im Gewölbe ohne Überschreitung der zulässigen Zugfestigkeit ermöglicht werden kann. Bekanntlich entstehen unter der Wirkung der den Gewölbebaustoff zusammenpressenden Normalkräfte, durch Temperatur- und Schwindeeinflüsse bedeutende Zusatzmomente, welche die Kämpfer- und Scheitelteile überlasten, während die Bogenteile in der Nähe des Stützweitenviertels nur wenig beansprucht werden. Formt man den Bogen nach der üblichen Stützlinie, so sind kostspielige und schwierige Ausrüstungsverfahren — einstweilige Gelenke oder das Färbersche Gewölbe-Expansionsverfahren — erforderlich, um einen Teil dieser unwirtschaftlichen Momenteneinflüsse auszuschalten. Dies kann aber weit einfacher und billiger durch eine von der Stützlinie abweichende Gewölbeform erreicht werden. In Beton und Eisen 1924 gibt Dr. Proksch unter der Überschrift »Verfahren zum Aufsuchen der Bogenlinie gleicher Anstrengungen« einen Weg an, verhältnismäfsig mühelos den Stützlinienbogen so umzuformen, dafs die Randspannungen fast über den ganzen Bogen hinweg beiderseits gleich grofs werden; das ermöglicht die Ausnutzung des Baustoffes in geradezu vollkommener Weise. Eine dabei erforderliche, nur kurze örtliche Bewehrung am Kämpfer vermindert den wirtschaftlichen Wert des Vorschlages nicht. Selbstverständlich müssen die Abmessungen des Gewölbes diesem Verfahren angepafst sein. Hinsichtlich dieser Abmessungen mufs immer wieder betont werden, dafs Bogen mit übermäfsigen Stärken, wie sie bisher üblich waren, den neuzeitlichen, schwächeren und biegsameren Gewölben technisch und wirtschaftlich unterlegen sind, weil diese vermöge ihrer gröfseren Elastizität den aus Temperaturschwankungen, Schwinden und Widerlagerbewegungen sich ergebenden Formänderungen leichter nachgeben können. Die Einschränkung der Scheitelstärke auf ein Mindestmafs ist neben der richtigen Bogenform die Hauptbedingung für die Wirtschaftlichkeit, ja unter Umständen überhaupt für die Ausführungsmöglichkeit eines Gewölbes. Je stärker die Scheitelabmessung ist, desto gröfser werden die sich einstellenden Zusatzmomente, denn die von der Stützweite unabhängigen Temperaturmomente sind proportional der dritten Potenz der Scheitelstärke und umgekehrt proportional der Pfeilhöhe. Es ist also leicht einzusehen, dafs eine Verminderung der Scheitelstärke einen bedeutenden Einflufs hat, zumal dadurch gleichzeitig die Pfeilhöhe vergröfsert wird. Ebenso wirkt ein Ausweichen der Widerlager um so ungünstiger, je gröfser die Scheitelstärke und je geringer die Pfeilhöhe ist. Eine Erhöhung der Scheitelstärke über das statisch zweck-

mäfsige Mafs hinaus führt also nur zu unnötigem Aufwand an Baustoff, verteuert die ohnehin schon teuere Einrüstung, vergröfsert aber die Widerstandsfähigkeit des Bogens nicht, sondern nur seine Steifheit, sein Unvermögen zu Formänderungen, schafft also geradezu die Vorbedingungen für Risse. Haben sich diese gebildet, dann arbeitet der Bogen mit der Stärke, die man ihm von vornherein hätte geben müssen*). Durch Ausdehnung der statischen Berechnung auf die elastische Arbeit der Widerlager, hervorgerufen durch die Nachgiebigkeit des Baugrundes, werden sich neben Vermeidung grundsätzlich falscher Rechnungsergebnisse ebenfalls Ersparnisse an Baustoff erreichen lassen. Beachtenswert erscheint auch ein Hinweis auf die Wahl der Gröfse der Formänderungszahl des Betons. In dieser Hinsicht gehen unsere Vorschriften etwas zu sicher auf Kosten der Wirtschaftlichkeit. So würde für die Ermittlung der Bogenkraft infolge Schwindens des Eisenbetons die Annahme eines Elastizitätsmoduls von 140 000 kg/qcm vollständig genügen, da die hauptsächlichsten Schwindungen sich am frischen Beton auswirken. Auch die vorgeschriebene Naviersche Annahme gleicher Formänderungszahlen für Zug und Druck, die bei höheren Beanspruchungen nicht mehr zutrifft, ergibt bei der Berechnung der Formänderungen durch Wärmewechsel viel zu hohe Werte, also einen Sicherheitsgrad, auf Grund dessen man die zulässigen Spannungen ruhig erhöhen könnte.

Ferner kann erheblich an Kosten gespart werden durch Verarbeitung solcher Baustoffe, bei denen wegen ihres Vorkommens in den Baugruben selbst oder in unmittelbarer Nähe der Baustelle von vornherein die Ausgaben für Beförderung wegfallen. Auch die Verwendung hinsichtlich der Korngröfse richtig zusammengesetzter, harter und wetterbeständiger Zuschlagstoffe zum Beton wird das Kostenergebnis vorteilhaft beeinflussen, da sich hierdurch die erforderlichen Festigkeiten auch bei sparsamem Zementzusatz erzielen lassen. Vielfach bringt auch die Anwendung von Eisenbeton, der zu auskragenden Fahrbahnkonstruktionen das geeignetste Baumaterial ist, grofse wirtschaftliche Vorteile. Als Baustoff für die Gewölbe ist Eisenbeton im allgemeinen unwirtschaftlich. Stampfbeton ohne Eiseneinlagen oder Bruchsteinmauerwerk sind mindestens um die Hälfte billiger, ein Unterschied, der durch Ersparnisse an Masse und Rüstung nicht ausgeglichen werden kann. Allerdings ist reiner Beton nur möglich bei Bogen mit gröfserem Stich, da sonst übermäfsige Dehnungen und Spannungen entstehen. Falls es bei flacheren Gewölben nicht mehr gelingt, durch zweckmäfsige Formgebung die ungünstigen Zusatzmomente im Scheitel und Kämpfer einzuschränken, mufs man örtliche Bewehrungen vorsehen.

Von ausschlaggebender Bedeutung ist die Verringerung jener Ausgaben, die für Arbeitslöhne aufgewendet werden müssen, d. h. es mufs neben Massenverminderung und Einschränkung des Baustoffaufwandes vor allem Einfachheit und Leichtigkeit der Herstellung erstrebt werden. Diese ist im Hinblick auf die Gesamtkosten oft von gröfserer Wichtigkeit als die Baustoffersparnis und kann erzielt werden durch Vermeidung von Lehrgerüsten, wie es bei Brücken nach Melan ermöglicht wird, wo die Schalung an die steifen Eiseneinlagen angehängt werden kann, oder durch mehrmalige Verwendung der Lehrgerüste, sei es durch Verschieben in der Breitenrichtung oder durch Wiederverwendung des Gerüstes in einer anderen Öffnung. Unter besonderen Umständen kann auch die Verwendnng eiserner Lehrgerüste die Baukosten günstig beeinflussen, besonders bei grofsen Stützweiten, wie ja zweifellos die Entwicklung des massiven Bogenbaues zu immer gröfseren Stützweiten durch den Gebrauch eiserner Rüstungen unterstützt wird. Besonders geeignet ist dieser Baustoff für Typengerüste. Bei der Reichsbahndirektion Dresden wird seit Jahren nach bayrischem Muster ein eisernes Lehrgerüst für gewölbte Strafsenüberführungen über zweigleisige Bahnen verwendet, das sich gut bewährt hat. Daneben ist auch der Frage der Bemessung des Wölbkörpers in der Breitenrichtung besondere Beachtung zu schenken. Nach Veröffentlichungen französischer Ingenieure ist bei kleineren Stützweiten ein volles Gewölbe bezüglich der Kosten am günstigsten, während bei gröfseren Stützweiten die Auflösung des Gewölbes in zwei bis drei parallele Ringe wirtschaftlicher ist. Obwohl die Arbeitskosten gesteigert werden, weil beim Bau derartiger aufgelöster Gewölbe unbedingt eine gröfsere Sorgfalt nötig ist, soll die Gesamtkostenberechnung bei mehreren französischen Strafsenbrücken mit einer erheblichen Ersparnis abgeschlossen haben, die hauptsächlich durch die Verringerung der Gerüstkosten entstanden ist. Diese Bauweise, die für Strafsenbrücken in statischer Beziehung nicht ganz einwandfrei erscheint, da die Eigenlasten und besonders die Hauptverkehrslasten stark aufsermittig auf die Gewölberinge wirken und unerwünschte Nebenspannungen erzeugen, wäre für mehrgleisige Eisenbahnbrücken vorteilhaft verwertbar, indem jedes Gleis mittels Eisenbetonwanne mittig auf je einen Gewölbering gelagert wird. (Abb. 1, Taf. 12). Durch diese Anordnung liefsen sich auch die Zusatzspannungen, die bei mehrgleisigen Eisenbahnbrücken mit volldurchgehendem Gewölbe infolge quereinseitiger Fahrbahnbelastung entstehen, und von denen besonders die Schubspannungen im Scheitel infolge der Drehmomente unzulässige Werte annehmen können, vermeiden. Naturgemäfs müfste die Querschnittsbreite der einzelnen Ringe möglichst vermindert werden, um wirtschaftliche Vorteile zu gewinnen. Auch statisch wirkt die Verringerung der Gewölbebreite bei kleinen und mittleren Stützweiten nur günstig, da durch Erhöhung der Grundpressung die Zugspannungen kleiner werden. Die Entscheidung, wie weit man in dieser Hinsicht gehen kann, ist abhängig von der Gröfse der Zusatzspannungen, die sich durch wagrechte Kräfte — Winddruck, Seitenstöfse der Fahrzeuge, Fliehkraft bei Kurvenbrücken, einseitige Erwärmung der Stirnen infolge Sonnenbestrahlung — ergeben. Durch diese Kräfte werden im Innern des Gewölbequerschnittes Biegungs- und Drehmomente ausgelöst.

Nach den Untersuchungen von Dr. Nakonz über »Zusatzspannungen in Gewölben«*) brauchen die Nebenspannungen, die bei gewölbten Brücken durch wagrechte Kräfte hervorgerufen werden, nur bei schmalen Brücken verfolgt zu werden. Sobald die Gewölbebreite mehr als $^1/_8$ der Stützweite beträgt, kann von der Berechnung der Zusatzspannungen infolge wagrechter Kräfte abgesehen werden. Mafsgebend sind bei der Belastung durch wagrechte Kräfte die Spannungen infolge der Biegungsmomente, die Schubspannungen infolge der Drehmomente können vernachlässigt werden. Praktisch wird man den Gewölbering zumindest so breit machen, dafs die Schwelle in ganzer Länge vom Gewölbe unterstützt wird, was einer Mindestbreite von 2,5 m entspricht. Bei gröfseren Stützweiten und hohem Pfeil wird natürlich der Einflufs der wagrechten Kräfte sich sehr fühlbar machen und es fraglich erscheinen lassen, ob man mit obiger Breite, zumal am Kämpfer, ausreichen wird. In diesem Falle kann man die Gewölbebreite nach den Kämpfern hin zunehmen lassen, zumal eine gröfsere Querschnittsbreite im Kämpfer viel wichtiger ist als im Scheitel, da dieser durch die Formgebung leichter entlastet werden kann als der Kämpfer und ein breiter Kämpfer besser für die Lastverteilung ausnutzbar ist. Will man ohne eine solche Verbreiterung auskommen, dann mufs man für die hochbeanspruchten Gewölbeteile zur Betonbereitung einen der neuerdings in den Handel gebrachten hochwertigen Zemente verwenden, um so, ähnlich wie der Eisenbau mit seinem veredelten Baustoff St 58, ohne grofsen Preisaufschlag einen bedeutend wertvolleren Baustoff zu gewinnen. Wenn auch die Erfahrung noch kein abschliefsendes Urteil

*) Bemessungsformeln siehe Dr. Proksch, Beton und Eisen 1924, Dr. Färber, Der Gewölbebau.

*) Zeitschrift für Bauwesen 1920.

ermöglicht, so ist doch jetzt schon mit Sicherheit feststellbar, dafs sich durch Verwendung hochwertigen Zementes erhebliche Vorteile sowohl technischer als auch wirtschaftlicher Natur ergeben. Die rasche Anfangserhärtung und die grofse Endfestigkeit sind von gröfster wirtschaftlicher Tragweite, da sie neben sparsamster Bemessung schnellste Herstellung und Intriebnahme der Bauten und dadurch das Freiwerden von kostspieliger Schalung und Hilfsgerüsten für weitere Bauten in kürzester Zeit ermöglichen.

Hervorzuheben ist auch das geringe Schwindmafs des hochwertigen Zementes und der bedeutend schnellere Abschlufs des Schwindens gegenüber dem gewöhnlichen Portlandzement, bei dem das hauptsächliche Schwinden sich auf mehrere Monate erstreckt, während bei hochwertigem Zement das Schwinden im wesentlichen schon nach 3 bis 4 Wochen abgeschlossen sein soll. Wie wichtig ein schneller Schwindverlauf für Brücken ist, geht aus den mehrjährigen Untersuchungen der Reichsbahndirektion Stuttgart an einer gewölbten Eisenbahnbrücke aus Beton hervor, durch die festgestellt wurde, dafs grade das Schwinden des Gewölbebetons die Bogen stark verkürzt, und zwar besonders stark im ersten Jahre. Fortgesetztes Sinken des Scheitels und Rifsbildungen sind die Folge.

In engem Zusammenhang mit der Art des Zementes steht bei grofsen Brückenbauten die Frage der Verarbeitungsweise des Betons, d. h. die Frage: Stampfbeton oder Gufsbeton. Die Einbringung des Betons in flüssigem Zustand bedeutet eine bedeutende Ersparnis an Arbeits- und Aufsichtsstunden, da Gufsbeton am wenigsten von der Güte der Ausführung abhängt, und ermöglicht einen sehr günstigen und hemmungslosen Arbeitsbetrieb auf der Baustelle, so dafs mit Gufsbeton bedeutend gröfsere Leistungen erzielt werden können. Dagegen stellt das Stampfen des Betons eine Vergeudung von Arbeitsleistung dar, der im besten Falle der Gewinn gegenübersteht, dafs die Schalungsarbeit etwas weniger sorgfältig zu sein braucht. Aufserdem ergibt Gufsbeton eine einheitliche Masse von gleichmäfsiger Festigkeit und Dichtigkeit, der gegenüber Stampfbeton ein blätterteigähnliches Gefüge zeigt, das besonders an Stellen längerer Arbeitspausen wasserdurchlässig ist, wie die Kalkauslaugungen an den Innnenflächen vieler Gewölbe und Widerlager beweisen.

Bei Verwendung von hochwertigem Zement zum Gufsbeton kann man übrigens den Nachteil der Festigkeitsabnahme infolge des reichlichen Wasserzusatzes in gewissen Grenzen durch eine entsprechende Verlängerung der Erhärtungszeit ausgleichen, ohne den Zementgehalt der Mischung erhöhen zu müssen.

Von einigen neueren Bauausführungen sei zuerst die eingleisige gewölbte Talbrücke der Linie Theuma—Plauen i. V. (Abb. 2 und 3, Taf. 12) beschrieben. Die Breite der Gewölbe war in einem Vorentwurfe zu 4,0 m angenommen. Bei der Prüfung des Entwurfes wurde festgestellt, dafs sich durch Einschränkung der Gewölbebreite von 4,0 auf 3,0 m und Einbettung des Gleises in eine ausladende Eisenbetonwanne 19000 ℳ, d. i. 157 ℳ für das laufende m Brücke ersparen liefsen, und zwar ohne dafs die Breite des Bettungskoffers und die Gesamtbreite der Brücke — 5,1 m bzw. 6,0 m über den Pfeilern — geändert wurde. Die statische Berechnung auf Winddruck ergab für das 3 m breite Gewölbe eine gröfste Zusatzbiegungsbeanspruchung von 2,5 kg/qcm, so dafs in statischer Beziehung keine Bedenken gegen die Verringerung der Gewölbebreite vorlagen. Für einen Kostenvergleich mit Eisen wurden sieben Vorentwürfe mit eisernen Stützen und eisernen Überbauten ausgearbeitet und veranschlagt. Die beiden billigsten Planungen wurden in engere Wahl gestellt und drei Eisenfirmen zur Veranschlagung der beiden Vorentwürfe unter der Bedingung bindender Preise aufgefordert. Gleichzeitig (April 1914) wurde auch die Wölbbrücke in engerem Wettbewerb unter vier Betonunternehmungen ausgeschrieben. Es ergaben sich als niedrigste Baukosten für die Talbrücken mit eisernen Überbauten Forderungen zwischen 91500 ℳ und 88900 ℳ. Für die Herstellung der gewölbten Brücke nach Abb. 2 und 3 wurden 88500 ℳ gefordert. Trotz der damals aufsergewöhnlich niedrigen Eisenpreise ergab sich die wirtschaftliche Überlegenheit der gewölbten Brücke, wobei der Vorteil der Durchführung des Schotterbettes noch gar nicht berücksichtigt ist. Eine Umgestaltung der Eisenbetonwanne brachte neben einer Verbesserung der architektonischen Wirkung eine weitere Verbilligung um 4000 ℳ, so dafs ein m Brücke sich auf 700 ℳ verbilligte, d. i. auf 144 ℳ für ein qm Grundrifsfläche. Die Brücke wurde 1919 bis 1921 erbaut.

Die Wesnitztalbrücke der Linie Neustadt—Weifsig (Abb. 4 und 5, Taf. 12) ist nach ähnlichen Grundsätzen entworfen und im Jahre 1906 erbaut worden. Sie hat eine Gesamtlänge von 82,8 m, liegt in der Geraden und bis zur Brückenmitte in der Horizontalen, von da ab in der Steigung 1 : 40. Ihre Höhe über dem Wesnitzbachspiegel beträgt etwa 13 m. Die Mittelöffnung ist durch einen Dreigelenkbogen mit Eisenbetonwälzgelenken von 27 m Stützweite und 4,85 m Pfeilhöhe überspannt, an den sich beiderseits je ein Dreigelenkbogen von 17,7 m Stützweite und 3,4 m Pfeil anschliefst. Das linke Widerlager ist auf dichtgelagertem Kiessand gegründet, die beiden Mittelpfeiler und das rechte Widerlager dagegen auf weichem Sandsteinfelsen.

Die Breite der Gewölbe beträgt bei einer Fahrbahnbreite von 4,5 m nur 2,70 m. Es entsteht bei dieser Breite durch Winddruck eine Zusatzbiegungsspannung von 7,5 kg/qcm im Hauptbogen. Die Fahrbahnplatte ist als Eisenbetonwanne mit beiderseits je 0,90 m ausladenden Konsolen ausgeführt.

Auf einen durchbrochenen Aufbau wurde aus statischen und konstruktiven Gründen verzichtet. Die massive Überbetonierung im Mischungsverhältnis 1 : 10 : 13 gestaltet das Verhältnis der Eigenlast zur Verkehrslast viel günstiger, so dafs sich dynamische Wirkungen weniger fühlbar machen. Aufserdem werden die Risse- und Kipperscheinungen, die an Stirnmauern öfters beobachtet werden, vermieden und es läfst sich bei einfachster Ausführung eine gute Fahrbahnentwässerung erreichen.

Der Stampfbeton der Gewölbe besteht aus Grubenkiessand der dortigen Gegend und Granitklarschlag, ebenso der der Gelenksteine; zum übrigen Beton wurde als Zuschlag Steinschlag von Sandsteinen verarbeitet. In den Nebenöffnungen sind an der unteren Leibung Eisen eingelegt, um die Nebenspannungen aufzunehmen, die sich aus der durch Ungenauigkeit bei der Aufstellung und durch die Erschütterung beim Stampfen hervorgerufenen unrichtigen Lage einzelner Gelenkquader hätten ergeben können. Bei der grofsen Öffnung wurde eine Bewehrung nicht für nötig gehalten, da die gröfseren Quader schwerer aus ihrer Lage gebracht werden konnten.

Die Abdichtung des Bettungskoffers erfolgte durch Asphaltfilzplatten mit einer Schutzschicht aus 1,5 cm starken, mit Carbolineum getränkten Holzschwarten. Die seitlichen Gangbahnen wurden mit Asbestzement abgedeckt, der sich sehr schlecht bewährt hat. Pfeileranläufe und Gewölbestirnen erhielten eine 5 cm starke, gestockte Vorsatzbetonschicht, die übrigen Ansichtsflächen wurden mit einem 1 cm starken Zementputz versehen.

Die Kosten betrugen 648 ℳ für das lfd. m Brücke oder 140 ℳ für 1 qm Grundrifsfläche.

Bei der Eigenart des Bauwerkes und den noch geringen Erfahrungen, welche man damals über Dreigelenkbogen mit Wälzgelenken aus Eisenbeton bei Eisenbahnbrücken hatte, erschien es geboten, die bei der Ausrüstung eintretenden Bewegungen der Gewölbe und Pfeiler genau festzustellen. Die Ausrüstung erfolgte bei einer gleichmäfsigen Temperatur von 0° — + 1 C. Zuerst wurden die beiden Seitenöffnungen ausgerüstet, dann die Mittelöffnung. Unmittelbar nach Ausrüstung

der Seitenöffnungen entstand eine kleine Verdrehung der Mittelpfeiler um i. M. 1'' nach aufsen, ein Beweis, dafs der Bogen der Mittelöffnung sich teilweise schon selbst ausgerüstet hatte. Nach Ablassen des Lehrgerüstes der Mittelöffnung vergröfserte sich unter dem Schub des grofsen Gewölbes die Winkelverdrehung der Pfeiler auf 2,16'' beim linken und auf 5,21'' beim rechten Pfeiler, was einer Bodeneindrückung der Fundamente von 0,03 bzw. 0,07 mm entspricht. Die mittlere Durchbiegung des Scheitels der Hauptöffnung unter der Eigenlast ergab sich zu 2,13 mm.

In der nur über den Gelenken durch Fugen unterbrochenen Fahrbahntafel bildeten sich schon kurz nach der Inbetriebnahme der Brücke Risse quer zur Brückenachse aus, und zwar an der Südseite infolge der stärkeren Sonnenbestrahlung lebhafter als auf der Nordseite. Die Hauptursache der Rifsbildung lag wohl an der grofsen elastischen Durchbiegung der Bögen unter den Stofswirkungen der Verkehrslasten. Die steife, als Balken wirkende Fahrbahnplatte war nicht elastisch genug, um ohne Beschädigung den Senkungen des Bogens folgen zu können. Als Gegenmafsnahme wurde die Fahrbahntafel in den Bogenvierteln durchgesägt, wobei zur Führung der Sägeschnitte vorhandene Risse benutzt wurden. Zweifellos wäre es zweckmäfsiger gewesen, bei dem ausgezeichneten Baugrund und dem verhältnismäfsig hohen Pfeil von Dreigelenkbögen, die im Betrieb grofse Scheitelbewegungen erfahren, abzusehen und eingespannte Gewölbe anzuordnen.

Zum Schlusse seien noch die Querschnitte zweier in den Jahren 1901 und 1908 erbauten Wölbbrücken vorgeführt (Abb. 6 und 7, Taf. 12), bei denen aus Sparsamkeitsrücksichten nicht nur die Gewölbebreite möglichst eingeschränkt, sondern auch noch auf die Durchführung des Schotterbettes verzichtet wurde. Das Gleis ist bei beiden Bauwerken ähnlich wie bei offenen Fahrbahnen eiserner Brücken auf hölzernen Querschwellen befestigt, die bei dem einen Entwurf, einer gewölbten Brücke der Gütereisenbahn Mittweida — Ringethal, auf Eisenbetonlangschwellen, bei dem anderen, einer Wölbbrücke der vollspurigen Nebenbahnlinie Chemnitz — Wechselburg, auf Langholzschwellen gelagert sind. Zur Milderung der Stofswirkung der Fahrzeuge sind zwischen den Eisenbetonlangschwellen und den hölzernen Querschwellen Chromlederplatten eingeschaltet worden. Entwässerung und Abdeckung sind bei dieser Fahrbahnanordnung mit einfachen Mitteln zu erreichen. Dagegen ergeben sich gegenüber einer Fahrbahn mit durchgeführtem Schotterbett erhebliche Nachteile hinsichtlich der Unterhaltung und der Sicherheit für den Betrieb. Die Gefahr für entgleiste Züge ist gröfser und die Feuersicherheit ist auch mit Schutzanstrichen oder Tränkung mit Salzlösungen keine vollständige. Man wird deshalb, auch im Hinblick auf die hohen Unterhaltungskosten solcher Bauweisen, sich nur in seltenen Fällen zu derartigen Ausführungen entschliefsen.

## II. Eisenbetonplatten als Abdeckung für offene Fahrbahnen eiserner Brücken.

Bisher wurden die offenen Fahrbahnen eiserner Brücken in der Regel mit etwa 5 cm starken und 15 bis 20 cm breiten Holzbohlen abgedeckt, die der Entwässerung wegen mit 1 bis 2 cm Abstand verlegt und mit Querleisten zu einzelnen, handlichen Tafeln vereinigt wurden. Bei der vorm. sächsischen Staatseisenbahnverwaltung bevorzugte man quadratische Stollenhölzer von $^{10}/_{10}$ bzw. $^{7}/_{7}$ cm Querschnitt, die bei Hauptbahnen quer, bei Nebenbahnen parallel zur Brückenachse mit 2, höchstens 2,5 cm Zwischenraum befestigt wurden. Solche Bauweisen sind nicht feuersicher und erfordern hohe Unterhaltungskosten. In Bayern und Württemberg ist eine auf hölzernen Längsbohlen befestigte Riffelblechabdeckung im Gebrauch, die zwar feuersicher ist, aber ebenfalls bedeutende Unterhaltungskosten verursacht. Bei den früheren Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen wurden vor dem Kriege mehrere eiserne Brücken mit Eisenbetonplattenbelag versehen, der sich nach einer Mitteilung des Reichsverkehrsministeriums gut bewährt haben soll. Es wurden deshalb auf diese Anregung hin auch im Bereiche der Reichsbahndirektion Dresden probeweise einige Brücken mit Eisenbetonplatten abgedeckt.

Zunächst kam die Abdeckung einer eingleisigen Blechträgerbrücke mit versenkter Fahrbahn in Frage, bei der die Schienen auf Querschwellen ruhten, diese wieder auf eisernen Längsträgern. Der Mittenabstand der hölzernen Querschwellen schwankte zwischen 53 und 81 cm. Es erschien daher geboten, um die Plattenlängen möglichst einheitlich zu gestalten und dadurch die Herstellung zu vereinfachen und zu verbilligen, die Querschwellen auf einen gleichmäfsigen Abstand von 64 cm umzulegen. Die Breite der Eisenbetonplatten konnte so bestimmt werden, dafs mit zwei Plattenbreiten — 28 cm zwischen und 25 cm aufserhalb der Schienen — auszukommen war. Da die Randplatten wegen der Eckversteifungswinkel zwischen Quer- und Hauptträgern beiderseits nicht auf den Querträgern aufgelagert werden konnten, sondern als Kragplatten ausgebildet werden mufsten, kam man auf den Gedanken, sämtliche Platten mit schwebenden Stöfsen zu verlegen. Man erreichte dadurch, ohne Abmessung und Bewehrung der Platten ändern zu müssen, dafs die Befestigung der Platten keine besonderen Profileisen erforderlich machte. Die Befestigung war nach Abb. 8, Taf. 12 mit Schwellenschrauben gedacht, die durch ein einbetoniertes, verzinktes Gasrohrstück hindurchgreifen. Trotz der Umlegung der Querschwellen waren bei dieser Anordnung immerhin noch drei verschiedene Plattenlängen, die von 2,3 m bis 1,87 m schwankten, und zwei verschiedene Plattenbreiten nötig.

Bei einer zweiten Brücke, die mit Eisenbetonplattenbelag zu versehen war, einer Blechträgerbrücke für 75 cm Spurweite mit obenliegender Fahrbahn, bei der das Gleis durch unmittelbar auf den Hauptträgern lagernde hölzerne Querschwellen unterstützt war, ergaben sich neue Schwierigkeiten. Hier verhinderten die Hakenschrauben, mit denen die Querschwellen an den Hauptträgern befestigt sind, die völlig gleiche Ausbildung der Eisenbetonplatten. Um gelockerte Schraubenmuttern wieder fest nachziehen zu können, mufsten in den Platten unmittelbar neben den Schienen Öffnungen von 6 × 6 cm für die Schraubenköpfe ausgespart werden. Durch Umlegung der Schwellen auf einen gleichmäfsigen Abstand von 82 cm gelang es, mit einer einzigen Plattenlänge von 1,62 m auszukommen. Für die Plattenbreite ergab sich das Mafs von 33 cm innerhalb und von 25 cm aufserhalb der Schienen. Von der Anordnung schwebender Stöfse wurde abgesehen. Die Platten wurden beiderseits auf den Querschwellen aufgelagert und jedesmal zwei Platten mittels eines verzinkten, federnden Flacheisenbügels und einer Schwellenschraube am Auflager befestigt (siehe Abb. 9, Taf. 12).

Eine beschränkte Ausschreibung der Beläge beider Brücken ergab im März 1924 als niedrigstes Angebot für Platten mit Befestigung nach Abb. 8 8,70 ℳ für ein qm,
» » » » Abb. 9 9,45 » » ein ».
Eingeschlossen war hierbei die Verzinkung der in die Platten einzusetzenden Gasrohrstutzen, Lieferung der Befestigungsschrauben, sowie Riffelung der Oberfläche nach vorherigem Glattstrich, um eine dauernde Rauhigkeit und sichere Begehbarkeit zu erhalten. Die an der Ausschreibung beteiligte Firma Dyckerhoff u. Widmann A.-G. reichte mit ihrem Angebot einen Sondervorschlag für die Ausbildung und Befestigung der Platten ein, der nicht nur die Verlegung wesentlich vereinfachte, sondern auch wirtschaftliche Vorteile brachte. Danach sollten, um die Platten überall verlegen zu können, ohne jeweils die Schwellenlage im einzelnen besonders berücksichtigen zu müssen, Platten gleicher Länge mit bohrbaren Einsätzen verwendet werden, die so über die Platten verteilt

sind, dafs allen vorkommenden Schwellenlagen damit Rechnung getragen werden kann und die Befestigung der Platte in jedem Falle an zwei über Schwellen liegenden Einsätzen ermöglicht wird (Abb. 10, Taf. 12). Ausgegangen wurde dabei von einem gröfsten Schwellenabstand von 85 cm. Als Werkstoff für die bohrbaren Einsätze war Asbestzementmörtel vorgeschlagen, der wie Beton eingestampft wird und nach Erhärtung etwa wie Hartholz bearbeitet werden kann. Durch diese Masse mufs die Befestigungsschraube durchgebohrt werden, nachdem vorher der Raum für den Schraubenkopf herausgearbeitet worden ist. Da die Plattenenden unter Umständen etwa 60 cm weit frei auskragen können, sollen sie sich nach Art eines Blattstofses an den Enden übergreifen und gegenseitig stützen. Ein qm Platte war einschliefslich der Befestigungsschrauben mit 7,80 ℳ angeboten.

Inzwischen hatte auch das Brückenbaubüro gelegentlich der Bearbeitung einer Reihe derartiger Brücken, Regelplatten entworfen, um das zeitraubende Aufmessen der Schwellenabstände, das Umlegen der Schwellen sowie umständliche zeichnerische Arbeit zu vermeiden. Ihre Länge und Befestigung sollte in gewissen Grenzen unabhängig von der Schwellenteilung sein. Die in Abb. 11, Taf. 12 dargestellte Platte von 2,0 m Länge, die bei 67 kg Gewicht von zwei Mann bequem verlegt und aufgenommen werden kann und bei der in der Mitte ein durch Querversteifungen unterbrochener T-förmiger Längsschlitz zur Aufnahme der Befestigungsschrauben vorgesehen ist, erschien für diesen Zweck geeignet. Die Aussparung ist oben so schmal, dafs die Gefahr, es könne jemand beim Begehen mit dem Absatz hängen bleiben, völlig ausgeschlossen ist. Die im Hinblick auf Gleisunterhaltungsarbeiten leicht lösbar eingerichtete Befestigung erfolgt in höchst einfacher Weise durch zwei 14 cm lange und 12 mm starke Holzschrauben mit quadratischen Unterlagsplatten, die über je einer Schwelle durch den Längsschlitz gesteckt und in die Schwelle geschraubt werden. Es ist dabei gleichgültig, ob die Platten beiderseits aufliegen oder auskragen, da die Bewehrung beiden Auflagerungen Rechnung trägt. Ein besonderer Blattstofs zur gegenseitigen Stützung der auskragenden Platten wurde nicht für nötig erachtet. Die vorgesehene Normalbreite von 28 cm genügte nicht allen Ansprüchen. Vielfach sind auf den Brücken Zwangsschienen angeordnet, so dafs für solche Fälle noch eine Platte von 25 cm Breite angefertigt werden mufste, die aber ohnehin für Schmalspurbrücken von 75 cm und 100 cm Spurweite Verwendung finden kann. Dagegen wurden keine besonderen Plattensorten vorgesehen, wenn die Schienen mit Hakenschrauben oder die Geländer mit Winkeleisen an den Schwellen befestigt sind. Für solche Fälle ist beabsichtigt, die Brücke nur zwischen den Schienen mit Eisenbetonplatten zu belegen, aufserhalb der Schienen aber, wo die Entzündungsgefahr nicht mehr grofs ist, den hölzernen Belag beizubehalten. Die Regelplatten können auch benutzt werden auf Brücken, bei denen die Schienen unmittelbar auf den Querträgern ruhen, wenn man zur Befestigung statt der gewöhnlichen Holzschrauben Schraubenbolzen verwendet, wie sie zur Befestigung von Schienen an eisernen Trägern verwendet werden. Die Kosten dieser Regelplatten berechnete die Firma Dyckerhoff und Widmann einschliefslich der Befestigungsschrauben zu 8,15 ℳ/qm, also um 0,35 ℳ/qm teuerer als die Platte ihres Sondervorschlages. Jedoch ist die Verlegungsarbeit bei der Platte mit Längsschlitz einfacher und billiger als bei den Platten mit bohrbaren Einsätzen.

Zur Ermittlung der Tragfähigkeit und der zweckmäfsigen Stärke und Bewehrung der Platten wurden in dankenswerter Weise von der vorgenannten Firma eine Reihe von Biegeversuchen angestellt. Es wurden sowohl Platten mit vollem Querschnitt als auch solche mit Aussparungen geprüft. Um Zeit zu gewinnen, wurde als Bindemittel nicht normaler Portlandzement verarbeitet, sondern hochwertiger Zement der Portlandzementfabrik Dyckerhoff u. Söhne in Amöneburg, der bei regelrechter Abbindung schon nach wenigen Tagen eine hohe Festigkeit aufweist. Das Alter der Platten bei der Prüfung betrug 6 Tage. Nach Angabe der Firma haben mehrere von Materialprüfungsämtern durchgeführte Druck- und Zugversuche ergeben, dafs bei diesem Alter die Festigkeit des hochwertigen Betons nahezu so grofs ist wie die von gewöhnlichem Portlandzementbeton entsprechender Mischung im Alter von 28 Tagen. Zur Herstellung der Platten wurde in den Cossebander Gruben der Firma gewonnener Kiessand verwendet, dem Steinsplitt aus zerkleinerten Kieseln zu etwa gleichen Teilen zugesetzt wurde. Das Mischungsverhältnis war 1 : 4. Die Breite der Prüfungsplatten betrug 28 cm. Bei den Versuchen lagen die vollen Platten auf 60 cm frei, die mit Schlitzen versehenen auf 70 cm. Die gröfsere Auflagerweite wurde für die beiden Fälle, dafs Auflagerung und Belastung sowohl auf die Querversteifungen als auch auf die durch die Aussparungen geschwächten Querschnitte wirken, geprüft. Die Belastung wurde im allgemeinen in der Mitte der Stützweite als eine über die Plattenbreite verteilte Einzellast aufgebracht; je eine volle und eine Schlitzplatte wurden als eingespannte Kragträger einem Biegeversuch unterzogen, wobei der Schwerpunkt der aus Betonwürfeln bestehenden Last 1,0 m bzw. 0,60 m von der Einspannstelle entfernt lag. Die beiderseits gleiche Bewehrung war an den Plattenkanten noch 1 cm mit Beton überdeckt. Nachfolgend sind die Ergebnisse der Belastung zusammengestellt:

Eine Betrachtung der Versuchsergebnisse bestätigt die alte Erfahrung, dafs bei derartigen dünnen Platten Ungenauigkeiten in der Lage der Eisen eine grofse Rolle spielen, während der Unterschied im Eisenquerschnitt in gewissen Grenzen weniger ins Gewicht fällt. Vergl. die Platten Nr. 3 und 4. Im Fall Nr. 3 lagen, wie nachträglich festgestellt wurde, die Bewehrungseisen nicht vorschriftsmäfsig, sondern waren nach innen verschoben, woraus die geringere Belastungsfähigkeit der stärker bewehrten Platte genügend erklärt werden kann. Die in Plattenmitte unter der Rifslast gemessene Durchbiegung ist ziemlich beträchtlich. Sie beträgt bei Platte Nr. 4 $^1/_{108}$ der Stützweite, während sich rechnerisch nur eine Durchbiegung von $^1/_{406}$ der Stützweite ergibt. Der Bruch der Platten trat im allgemeinen nach Überwindung der Streckgrenze des Zugeisens infolge Zerdrückung des Betons ein und zwar immer nahe der Mitte. Die aus den Rifslasten errechneten Spannungen haben lediglich Vergleichswert, da die übliche Rechnung für so hohe Dehnungszustände bei Ausschaltung der Betonzugspannungen zu grofse und bei Rechnung mit vollem Betonquerschnitt zu kleine Werte für die Eisenzugspannungen liefert. So erhält man z. B. für Platte Nr. 1 bei Vernachlässigung der Betonzugspannungen und einem Verhältnis der Elastizitätsmafse für Eisen und Beton $n = 15$ eine Betondruckspannung von 226 kg/qcm und eine Eisenzugspannung von 5760 kg/qcm, im Fall Nr. 4 entsprechend 326,7 kg/qcm und 8611 kg/qcm. Bei Berücksichtigung der Zugspannung des Betons ermäfsigt sich die Betondruckspannung im letzten Falle auf 161 kg/qcm, die Eisenzugspannung auf 1208 kg/qcm. Bei der als Kragträger geprüften Platte Nr. 5 errechnet sich eine Betondruckspannung von 129,4 kg/qcm und eine Eisenzugspannung von 3300 kg/qcm. Diese erheblich niedrigeren Spannungen dürften z. T. darauf zurückzuführen sein, dafs die aus unhandlichen Betonkörpern bestehende Belastung nicht sehr sanft aufgebracht werden konnte, so dafs durch die Stofswirkung Zusatzlasten entstanden, die in der Spannungsberechnung nicht erfafst werden konnten.

Einige von der Firma Dyckerhoff und Widmann schon früher ausgeführte Versuche mit 6 cm starken Platten, die beiderseits mit gekröpftem Drahtgitter bewehrt waren, ergaben nur Rifslasten von 300—500 kg.

Auch die Befestigung der Platte mit den beiden vorgesehenen 12 mm starken Schrauben von 14 cm Länge zeigte

| Lfde. Nr. | Plattenstärke cm | Querschnitt | Doppelte Bewehrung fa = fe' | Art der Lagerung | Rifslast kg | Bruchlast kg | Durchbiegung mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6,0 | Voll | 4 ⌀ 6 | ← 60 → | 1600 | 1700 | 5 |
| 2 | 6,0 | dgl. | 4 ⌀ 5 | dgl. | 1000 | 1150 | 5 |
| 3 | 5,0 | dgl. | 4 ⌀ 6 | dgl. | 900 | — | 3 |
| 4 | 5,0 | dgl. | 4 ⌀ 5 | dgl. | 1300 | 1400 | 6 |
| 5 | 6,0 | dgl. | 4 ⌀ 6 | Kragarm ← 100 → | 131 | — | — |
| 6 | 6,0 | Aussparungen in der Längsachse | 4 ⌀ 6 | ← 70 → | 950 | 1050 | — |
| 7 | 6,0 | dgl. | 4 ⌀ 5 | dgl. | 1000 | — | — |
| 8 | 6,0 | dgl. | 4 ⌀ 6 | ← 70 → | 700 | 950 | — |
| 9 | 6,0 | dgl. | 4 ⌀ 5 | dgl. | 700 | 950 | — |
| 10 | 5,0 | dgl. | 4 ⌀ 6 | dgl. | 500 | 580 | — |
| 11 | 5,0 | dgl. | 4 ⌀ 5 | dgl. | 470 | 760 | — |
| 12 | 5,0 | dgl. | 4 ⌀ 6 | dgl. | 640 | 780 | 4 |
| 13 | 5,0 | dgl. | 4 ⌀ 6 | dgl. | 500 | — | 4,5 |
| 14 | 5,0 | dgl. | 4 ⌀ 6 | Kragarm ← 60 → | 280 | — | 20,0 |

sich als vollständig ausreichend. Obwohl die Schrauben bedeutend überdreht wurden, blieb der Beton unter den Unterlagsplatten vollkommen unversehrt. Erst als die Schraube mit kräftigen Hammerschlägen aus der Schwelle herausgeschlagen worden war, zeigten sich Zerstörungserscheinungen an den Rändern des Schlitzes.

Auf Grund dieser Versuche entschlofs man sich, für den Brückenbelag probeweise 5 cm starke Platten mit Aussparungen in der Längsachse zu wählen, die beiderseits mit je 4 durch Querverteilungsstäbe zu einer Matte zusammengefafsten Trageisen von 6 mm Durchmesser bewehrt sind. Wenn auch die Tragfähigkeit dieser geschlitzten Platte die einer mit vollem Querschnitt nicht erreicht, so ist die Sicherheit doch immer noch derartig, dafs die erheblichen Vorteile bei der Verlegung für die Wahl ausschlaggebend waren. Immerhin bleibt abzuwarten, ob eine so dünne Platte den Zusatzspannungen infolge der elastischen Lagerung auf den unter den Fahrzeugen sich stark durchbiegenden Querschwellen gewachsen sein wird.

Die Platten werden von der Firma Dyckerhoff und Widmann A. G. in Cossebande bei Dresden im Massenbetrieb mittels eiserner Formen hergestellt. Bei Lieferung wird eine Rifsbelastungsfähigkeit von 400 kg beim 60 cm Stützweite gewährleistet. Ausnahmsweise werden auch kürzere Platten zum Ausgleich an den Brückenenden geliefert.

## Brücken mit Kiesbettung bei der Reichsbahndirektion Dresden.

Von Reichsbahnrat **Karig**, Dresden.

Hierzu Abb. 5—17 auf Tafel 11.

Die mit Buckelblechabdeckung ausgestatteten Fahrbahnen eiserner Brücken haben den Nachteil, dafs die zur Wasserabführung dienenden Längsrinnen leicht verschlammen und ausfrieren sowie durch Überlaufen oftmals Beanstandungen veranlafst haben. Da bei der Reinigung der meist sehr dicht unter den Mulden angeordneten Rinnen die Beschädigung des Anstriches nicht zu vermeiden ist, wurden bei verschiedenen sächsischen Brücken dieser Bauart unverhältnismäfsig rasch die Rinnen durch Rost zerstört. Ebenso zeigten auch die Buckelbleche selbst an den Abtropflöchern und die Stegbleche der Querträger an den Durchdringungsstellen ausgedehnte Roststellen. Aus diesem Grunde wurden seit dem Jahre 1900 die Kiesbahnbrücken der vorm. Eisenbahn-Generaldirektion Dresden mit einer Abdeckung versehen, die das Wasser auf ihrer Oberfläche unmittelbar nach den Widerlagern abführt und sich bisher sehr gut bewährt hat. In mehreren Fällen wurde die Oberflächenentwässerung auch bei Brücken mit Buckelblechabdeckungen durch eine entsprechend geformte Betonabgleichung nachträglich mit gutem Erfolg durchgeführt.

Die Fahrbahn der neueren sächsischen Kiesbahnbrücken besteht nach Abb. 5 Taf. 11 aus einem im Querschnitt flach gewölbten Blech, das von drei Walzeisenlängsträgern gestützt wird. An den beiden Seitenrändern stöfst dieses Blech gegen die unter etwa 45° geneigten Eckbleche, mit denen es durch kräftige Eckwinkel ⌞ 100 . 100 . 10 verbunden ist. (Die ursprüngliche Ausführungsform [Abb. 5 links], bei der der Stofs der Belagbleche über den äufseren Längsträgern erfolgte, um die Nietung in den Tiefpunkten zu vermeiden, wurde bald zugunsten der Ausführungsform [Abb. 5 rechts] aufgegeben.) Zur Abführung des Tagewassers in den so gebildeten Tiefpunkten wird die ganze Fahrbahnplatte von der Brückenmitte nach den Enden zu im Gefälle 1 : 60 bis 1 : 80 geneigt angeordnet und zur Erleichterung der Wasserführung mit gufseisernen Sickerrohren ausgestattet (Abb. 6 Taf. 11).

In diesen wird das Tagewasser bis zu den dicht vor den Kammermauern befindlichen Abfallstutzen und von da durch freiliegende Sammelrinnen nach den Abfallschroten weitergeleitet. Voraussetzung für die einwandfreie Wirkung dieser Belagform ist allerdings die Verwendung eines lehmfreien, gewaschenen Steinschlages für die Bettung und eine sorgfältige Abdichtung der Blechoberflächen mit starken Asphaltfilzplatten, die voll aufgeklebt und durch eine in Zement-Mörtel versetzte Ziegelflachschicht gegen Beschädigungen geschützt werden mufs. Die Seitenränder des Asphaltfilzbelages werden durch an die Seitenwände geschraubte Holzleisten gegen Ablösen gesichert.

Die Belagbleche werden an den Rändern etwas zugeschärft und soweit nötig etwas verstemmt. Dadurch erübrigt sich auch ein genaues Zusammenpassen der Blechränder an den Stofsfugen über den Querträgern, wo im Gegenteil ein Zwischenraum von etwa 2 cm Breite vorgesehen ist, der mit Asphalt ausgefüllt wird (Abb. 8, Taf. 11). Die Nieten in den Belagblechen werden halb versenkt geschlagen und ihre Köpfe ebenfalls durch Asphalt ausgeglichen, um ein Brechen der Filzabdeckung zu verhüten.

An den Brückenenden wird der Belagblechquerschnitt unverändert bis über die Kammermauer fortgeführt und das Bodenblech durch einen über Eck liegenden Winkel 70 . 70 . 11, der entsprechend gebogen und mit Steinzapfen im Mauerwerk befestigt wird, gestützt (Abb. 9, Tafel 11). Durch den so gebildeten Damm wird das Zurücktreten von Wasser aus der Bettung nach der Kammer sicher verhütet.

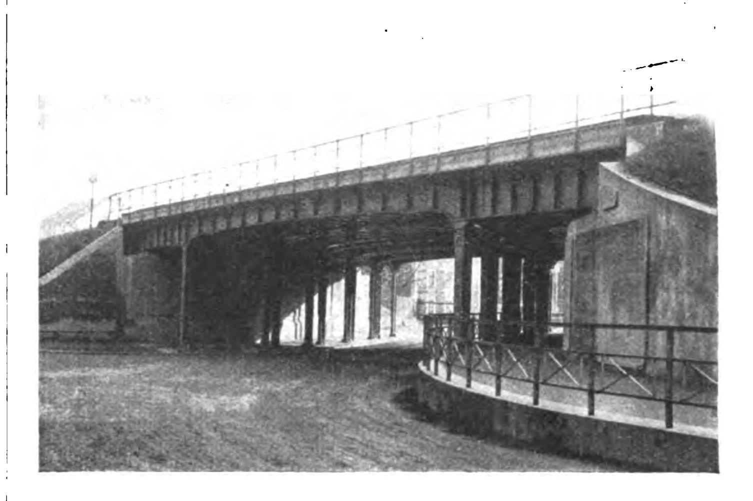
Die vorliegende Fahrbahnordnung hat noch den weiteren Vorteil, dafs die Querträgerhöhe an den stärkst beanspruchten Strecken möglichst grofs und das Gewicht der Kiesbettung sehr günstig verteilt wird. Die Hauptträger liegen überall vollkommen frei und sind daher der Unterhaltung bequem zugängig. Die Herstellung der in 1,4 bis 1,65 m Abstand, also etwa in Achsabstand liegenden Querträger erfordert zwar eine vermehrte Biegearbeit, die besonders bei schiefen Brücken grofse Sorgfalt bedingt. Dafür entfällt das Pressen der Buckelbleche und ein grofser Teil der Nietarbeit, da nur bei den Nietreihen in den Eckwinkeln eine dichte Nietung erforderlich wird.

Die vorliegende Querschnittsausbildung ermöglicht auch ein Mindestmafs an Bauhöhe für Brücken mit durchgeführter Kiesbettung, da für die Abmessungen der Querträger der Querschnitt im Tiefpunkt C mafsgebend ist, der nötigenfalls bis auf 24 cm Höhe eingeschränkt werden kann. Wird dabei für die Stopfhöhe über dem mittelsten Querträger ein Mindestmafs von 10 cm zugelassen, so ergibt sich die kleinste Bauhöhe der Brücke zu rund 90 cm bis Schienenoberkante gerechnet, während die Regelbauhöhe zu 1,05 m anzunehmen ist. Erforderlichenfalls könnte auch durch Verwendung eiserner Gleisquerschwellen noch eine weitere geringe Ersparnis an Bauhöhe erzielt werden.

Die Einhaltung einer beschränkten Bauhöhe bedingt allerdings, dafs die Untergurtung der Hauptträger von der Brückenmitte nach den Enden zu etwa gleichlaufend mit der Fahrbahnneigung herabgezogen wird, was entweder geradlinig oder in der Regel nach Abb. 10, Taf. 11 kreisbogenförmig geschieht. Da die vorliegende Querschnittsform zumeist bei Unterführungen städtischer Strafsen angewendet wird, so ergibt die mit der Strafsenwölbung übereinstimmende Untergurtkrümmung auch ein ansprechendes Aussehen der Brücken, wie aus Abb. 1 zu ersehen ist, die eine in neuerer Zeit hergestellte Strafsenunterführung in Hainsberg b. Dresden zeigt. Bei stärker geneigten Gleisen erhalten sowohl die Fahrbahn, als auch die Hauptträgergurtungen meist die gleiche Neigung, wie das Gleis selbst (vergl. Abb. 2, Unterführung der Würzburger Strafse in Dresden-Plauen).

Der Hauptträgerabstand ist in der Regel 3,40 m, kann aber äufserstenfalls auch auf 3,30 m eingeschränkt werden, sofern die unterste Stufe der Umgrenzungslinie des lichten Raumes die Unterbringung der Hauptträgerobergurtungen ermöglicht. In diesem Falle können Einzelgleisträger auch für Gleispaare von 4,0 m Abstand verwendet werden. Bei engerer Gleislage und in Bogengleisen oder bei gröfserer Stützweite dagegen ist in mehreren Fällen ein gemeinschaftlicher Hauptträger für zweigleisige Brücken nach Abb. 11 und 12, Taf. 11 angeordnet worden, der die zweite Stufe des Lichtraumquerschnitts ausnützt und den Vorteil der einfacheren Unterhaltung hat, weil die Anstrichflächen eines Hauptträgers wesentlich kleiner sind, als bei zwei Hauptträgern von annähernd gleicher Höhe. Bei der in Abb. 11 dargestellten Brücke sind die inneren Eckbleche der beiden Tröge am Stegblech des mittleren Hauptträgers angeschlossen, die Querträgeruntergurtungen mittels Knoten-

Abb. 1. Unterführung der Tharandterstrafse in Hainsberg b. Dresden.



blechen mit dem Hauptträgeruntergurt verbunden, so dafs die Querträger als elastisch gestützte, durchlaufende Träger wirken. In diesem Falle ist überdies das sehr starke Gefälle der unterführten Strafse dadurch ausgenützt worden, dafs der Untergurt des mittleren Hauptträgers tiefer gelegt wurde, als die beiden äufseren, um für ihn eine gröfsere Höhe zu erreichen. Bei der in Textabb. 2 und Taf. 11, Abb. 12 dargestellten Brücke sind dagegen zur Vermeidung der in der vorhergehenden Lösung begründeten statischen Unbestimmtheit die beiden Träger unabhängig vom mittleren Hauptträger ausgebildet und die Querträger des einen Gleises mittels Federgelenke getrennt worden, so dafs die Bemessung der Hauptträger in statisch klarer Weise erfolgen konnte.

Bei Brücken gröfserer Stützweite und mit ausreichender Bauhöhe sind die Querträger nach Abb. 13, Taf. 11 als Fachwerkträger ausgebildet worden. Die in jedem Falle aufsen angesetzten und mit einem einfachen Tonnenblech abgedichteten Gangbahnen mit dem auf einen Randträger aufgesetzten Geländer dienen im vorliegenden Falle dazu, die grofse Höhe der Blechwände zu teilen und der Brücke dadurch ein etwas leichteres Aussehen zu verleihen.

Endlich ist in Abb. 14, Taf. 11 ein Brückenquerschnitt dargestellt, bei dem die Bauhöhe es gestattete, die als durchlaufende Träger über zwei eisernen Zwischensäulen ausgebildeten Hauptträger ganz unter die Blechabdeckung zu verlegen, wobei in der Mittelöffnung die Eckbleche mit den Hauptträgerobergurten fest vernietet sind und daher z. T. als mittragend gerechnet werden. In den Seitenöffnungen ist dagegen eine ebene Blechdecke in Untergurthöhe gespannt und der Raum bis zu der als Fortsetzung des regelmäfsigen Tragquerschnittes ausgebildeten Abdichtungsfläche mit schwerem Schlackenbeton aus-

gestampft, um damit die negativen Stützkräfte der Endstützen aufzuheben.

Bei allen mit dem durchlaufenden Blechtrog versehenen Brücken ist von der Anordnung eines Windverbandes abgesehen worden, da der Trogquerschnitt imstande ist, die wagerechten Seitenkräfte ohne weiteres nach den Widerlagern zu übertragen.

Für die Berechnung der Fahrbahnteile können folgende Annahmen gemacht werden.

Die geometrische Regelform des Troges ist aus Abb. 5, Taf. 11 zu ersehen, in der auf der linken Seite die ursprüngliche Ausbildungsform ersichtlich ist, wonach der Stofs der Belagbleche über dem äufseren Längsträger B erfolgte, wogegen die rechte Seite die jetzt übliche Form mit dem Eckwinkel bei C zeigt.

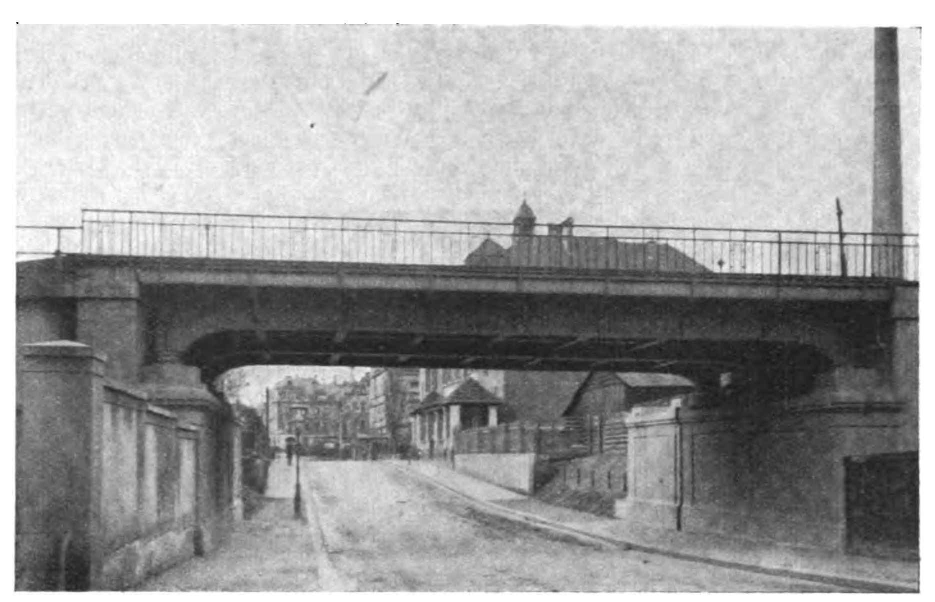
Denkt man das Blech aus seiner Verbindung mit den Querträgern gelöst, also die versteifende Wirkung der vernieteten Blechränder vernachlässigt, so ist die gewölbte Platte statisch als durchlaufender Stabbogen über 3 Stützen B, A, B' (Abb. 15, Taf. 11) aufzufassen, dessen Seitenschub durch die ebenen Felder BC und B' C' aufgenommen wird. Der als Stützträger des Bogens aufzufassende Belagteil BC (Abb. 15, Taf. 11) wirkt wie ein an den Querträgern beiderseits eingespannter Balken, für den der in Abb. 15a, Taf. 11 ausgezogene Querschnitt angenommen werden kann. Die Dicke des Bleches ist bisher mit 8 mm ausgeführt und hat sich bei Achsdrücken bis zu 20 t vollkommen bewährt. Bei Brücken für Achslasten von 25 t wird es sich empfehlen, eine Blechstärke von 10 mm zu verwenden.

An der Übertragung der Lasten nach den Querträgern beteiligen sich nicht nur die drei Längsträger, sondern auch die gleichfalls als Längsträger aufzufassenden Seitenteile CD des Belages. Die auf jeden dieser Träger entfallende Belastung ist schon wegen der beim Stopfen der Schwellen auftretenden Unklarheiten rechnerisch einwandfrei kaum zu ermitteln und kann daher nur mehr gefühlsmäfsig geschätzt werden. Die Belastung des inneren Längsträgers aus ständiger Last kann nach Abb. 16a, Taf. 11 zu g = rund 0,7 t/m gesetzt werden. Als Verkehrslast wird eine Achslast eingeführt, die sich im geraden Gleis durch die Schwellen und die Bettung nach Abb. 16b, Taf. 11 auf eine Grundfläche von 2,8 m Breite und rund 0,5 m Länge gleichmäfsig verteilt. Bei dieser Lastverteilung entfällt von einer 20 t-Achse auf den inneren Längsträger eine Last von $R \leq 20{,}0 \cdot \frac{0{,}8}{2{,}8} =$ rund 5,6 t. Bei ungleicher Lastverteilung infolge Überhöhung des Gleises bei Bogenlage und infolge ungleichmäfsigen Unterstopfens kann auf die äufseren Längsträger ein höherer Lastanteil entfallen, der nach Abb. 16c, Taf. 11 bis etwa R = 8,8 t ansteigen kann. Die aus diesen Belastungen entstehenden Biegungsmomente wirken in den Längsträgern wegen der Versteifung durch die Blechhaut stets in Richtung des Trägersteges, wobei überdies eine wirksame Einspannung der Trägerenden angenommen und weiter auch ein Teil der Blechhaut als mittragend zugerechnet werden darf.

Die Querträger schliefsen sich in ihrer Obergurtform der des Blechbelages an (Abb. 17b, Taf. 11) und erhalten je nach der verfügbaren Bauhöhe verschieden stark ausgebildete Untergurtquerschnitte. Der Obergurtquerschnitt ist aus je 2 Winkeleisen 70.70.11 gebildet, wozu im mittleren Teile noch die durchgehenden Deckflacheisen 150.10 und ein auf etwa 50 cm Breite zu schätzender Teil der ohne Stofs durchgeführten Belagbleche hinzugerechnet werden kann (Abb. 17c). Die Stegbleche sind unter den Randwinkeln C des Belags gestofsen und durch aufgelegte Laschen gedeckt (Abb. 6 und 7).

Für einen Querträger mit dem Regelabstand von a = 1,50 m, dessen Belastung nach Abb. 16a, Tafel 11 von der ständigen


Abb. 2. Unterführung der Würzburgerstrafse in Dresden-Plauen.



Last G = 1,5 . 3000 + 400 = 4900 kg, von der Verkehrslast R = 20,0 t beträgt, ergeben sich z. B. die in Abb. 17d, Taf. 11 ersichtlichen Gröfstwerte der Biegungsmomente. In diesen Momentplan sind auch die einem Regelquerträger entsprechenden Widerstandsmomente eingezeichnet und zeigen die gute und nahezu gleichmäfsige Ausnützung der Biegungsfestigkeit aller Querschnitte.

Die wichtigsten Einzelheiten für die vorstehend erörterte Fahrbahnausbildung sind in einer Musterzeichnung zusammengefafst worden, die im Laufe der Zeit entsprechend den inzwischen angesammelten Erfahrungen ergänzt und berichtigt worden ist. Auf Grund dieser Musterzeichnung, die den Ausführungsentwürfen für Kiesbahnbrücken als mafsgebende Unterlage beigefügt wird, sind bisher rund 240 Gleisträger für städtische Strafsenunterführungen mit Stützweiten von 8 bis 28 m und rund 9300 t Eisengewicht bei etwa 4400 m Gesamtlänge erbaut worden, bei denen sich die Anordnung vorzüglich bewährt hat. Sie kann daher für Brücken mit dichter Fahrbahn durchaus empfohlen werden.

## Schwellenträgeranrisse und ihre Verhütung bei bestehenden Brücken.

Von Ing. **Otto Bauer**, Oberbaurat der österreichischen Bundesbahnen, Graz.

Hierzu Abb. 1 bis 5 auf Tafel 13.

Wie bereits im Heft 4 des Jahrganges 1924 dieser Zeitschrift mitgeteilt wurde, haben sich nach langjährigem Betriebe an einzelnen Bauteilen eiserner Eisenbahnbrücken Anrisse gebildet, deren Ursache nicht darin gefunden werden kann, dafs die errechneten Biegungsspannungen für die Haupt-Biegeebene überschritten wurden, sondern in andersartigen Beanspruchungen, die in ihrer Bedeutung für den Aufbau und Bestand eiserner Brückenbauteile nicht oder zu wenig beachtet werden.

Die Anrisse zeigen sich ausschliefslich an den Bestandteilen der Fahrbahntafel, d. i. an den Schwellen- und Querträgern, die den unmittelbaren Stöfsen der Fahrbetriebsmittel am meisten ausgesetzt sind. Sie teilen sich in solche, die eine gänzliche Trennung des tragenden Querschnittes hervorrufen und in solche, die blofs eine Schwächung bewirken. Die gänzliche Trennung ist bei den Anschlufsstellen der Längsträger und Querträger in den Stegblechen eingetreten, während die Abtrennung einzelner Teile des tragenden Querschnittes, z. B. an den Auflagerstellen der Brückenschwellen in den Obergurtwinkeln der Schwellenträger (Abb. 1c, Taf. 13) oder an den Auflagerstellen der Schienen in den sie unterstützenden Obergurtwinkeln (Abb. 1 h, i usw.) beobachtet wurde.

Nach den Beobachtungen auf den Linien der österreichischen Bundesbahnen ereignen sich die durchgehenden Trennungen des tragenden Querschnittes verhältnismäfsig selten, während die teilweisen Abtrennungen und die damit verbundenen oft recht bedeutenden Schwächungen des tragenden Querschnittes (50 % und mehr) zahlreich auftreten und dadurch für den Bestand und die Erhaltung der eisernen Brücken aus wirtschaftlichen Gründen eine gröfsere Bedeutung haben. Hinsichtlich der Betriebssicherheit sind die durchgehenden Trennungen bedeutend gefährlicher, aber da sich die Anrisse nur langsam fortschreitend ausdehnen, so können sie bei einer regelmäfsigen und dabei gründlichen Untersuchung der Brücken mit Sicherheit rechtzeitig entdeckt werden, lange bevor ein Betriebsunfall zu befürchten wäre.

Unter den Anrissen, die blofs eine teilweise Schwächung des tragenden Querschnittes bewirken, verdienen die an den Schwellenträgern die meiste Beachtung.

Bei den Schwellenträgern treten an den Auflagern der Brückenschwellen durch die Zusammenpressung des Schwellenholzes und die elastische Durchbiegung der Schwelle in den Obergurtwinkeln örtliche Verbiegungen auf (Abb. 1b und c). Diese erzeugen bei zu schwacher Bemessung infolge der millionenfach sich wiederholenden stofsartigen Belastungen feine Anrisse in den Obergurtschenkeln in der Umgebung der Hohlkehle, die sich unter dem Einflusse des Betriebes verlängern und vertiefen, bis der horizontale Winkelschenkel unter dem Auflager der Brückenschwelle gänzlich durchreifst und ausbricht (Abb. 1a).

Es sei vorausgesetzt, dafs der unter der Brückenschwelle liegende Schwellenträgerteil herausgeschnitten allein den Schwellendruck aufzunehmen hätte (Abb. 1d). Dann würden die einzelnen horizontalen Winkelschenkel des Obergurtes als Kragträger von der Breite der Brückenschwellen wirken. Wird weiter der Schwellendruck gleichmäfsig über die Auflagerfläche verteilt angenommen (was eine sehr günstige Annahme ist), so ergeben sich im Bereiche der Hohlkehle des Obergurtwinkels ganz bedeutende, zur Schwellenträgerachse quergerichtete Biegespannungen.

Im besonderen Falle (Abb. 1e) beträgt der gleichmäfsig verteilte Flächendruck bei einem Auflagerdruck von 8000 kg, einer Brückenholzbreite von 24 cm und einer Obergurtbreite von 16 cm $\frac{8000 \text{ kg}}{16 \text{ cm} \,.\, 24 \text{ cm}}$ = rund 21 kg/qcm. Das Biegemoment vor der Hohlkehle beträgt für 1 cm Brückenholzbreite $(7{,}5 \text{cm} - 2 \,.\, 0{,}8 \text{cm}) \,.\, 21 \text{kg/qcm} \,.\, 1 \text{cm} \,.\, \frac{5{,}9 \text{ cm}}{2} = 365 \text{kg/cm}$; das entsprechende Widerstandsmoment des Kragträgers (1 cm Breite) beträgt $W = \frac{1}{6} \,.\, 1{,}0 \,.\, 0{,}8^2 = 0{,}107 \text{ cm}^3$. Die Biegebeanspruchung in der Zone vor der Hohlkehle ist daher $\sigma = \frac{\mu}{\omega} = \frac{365 \text{ kg/cm}}{0{,}107 \text{ cm}^3} = 3410 \text{ kg/qcm}$. Diese Beanspruchung wird zwar, da in Wirklichkeit der Obergurtwinkel zusammenhängend ist, durch eine Art Seilwirkung der horizontalen Winkelschenkels herabgemindert (Abb. 1 F). Andrerseits aber wird, insbesonders am Innenwinkel nach Abb. 1b und g durch die elastische Durchbiegung der Brückenschwelle infolge Kantenpressung ein weit höherer Druck ausgeübt, der bis zur gröfsten Druckfestigkeit des Holzes senkrecht zur Holzfaser (bei Lärche r. 60 kg/qcm) gehen kann. Dadurch treten Beanspruchungen auf, die über der Elastizitätsgrenze des Eisens liegen müssen und durch die pendelnde Dauerwirkung schliefslich im Baustoffe zu Änderungen des Korngefüges und zum Bruche führen.

Die Schwellenträgeranrisse bilden sich fast ausschliefslich an Schwellenträgern, deren Obergurte blofs aus 8 bis 10 mm starken Winkeln ohne Deckbleche bestehen (Abb. 1b und 2). Sie wurden an vielen Brücken unter den verschiedensten Betriebsverhältnissen beobachtet, wobei sich hinsichtlich der Anrisse eine gewisse Gesetzmäfsigkeit feststellen liefs.

1. Bei Schwellenträgern mit zwei Obergurtwinkeln ohne Deckblech treten die Anrisse zuerst an den inneren Gurtwinkeln auf.

2. Bei den Anschlufsstellen und querversteiften Stellen des Schwellenträgers (Abb. 1a) sind die Anrisse zahlreicher als an den nachgiebigeren Zwischenstellen.

3. Unter Voraussetzung gleicher Betriebsverhältnisse und gleicher Bauarten nimmt bei geringer Zunahme der Schenkelstärke des Obergurtwinkels die Anzahl der Anrisse unverhältnismäfsig rasch ab.

4. Bei stärkerem Betriebe und höheren Betriebslasten nimmt die Anzahl der Anrisse rasch zu.

5. Sind an den Schwellenträgern einer bestimmten Brücke einmal Anrisse, wenn auch noch vereinzelt festzustellen, so vermehren sich die Anrisse in rasch ansteigender Linie; so hat sich bei der Fahrbahn einer 25 Jahre im Betriebe stehenden Brücke innerhalb eines weiteren Jahres die Zahl der Anrisse verdreifacht.

6. Die Anrisse entstehen erst nach langjährigem Betriebe, d. i. nach millionenfacher Beanspruchung, sie treten sowohl bei Schwellenträgern aus Schweifseisen und Flufseisen auf.

Die angenäherte Berechnung der durch den örtlichen Auflagerdruck der Brückenschwelle erzeugten Spannungen, sowie die Anrisse selbst lassen erkennen, dafs die Spannungsverteilung im Querschnitte eines auf Biegung beanspruchten Schwellenträgers anders ist, als sie bei der üblichen Berechnung angenommen wird. Der gegen die achsiale statische Biegung wirksame Trägerquerschnitt wird dadurch, dafs die von den örtlichen Schwellenpressungen erzeugten Spannungen gleichfalls teilweise achsiale Zugspannungen im Obergurt auslösen, fast um die ganze Fläche der wagrechten Winkelschenkel verringert.

Besonders augenfällig erscheint die ungünstige Spannungsverteilung bei Schwellenträgern mit U-förmigem Querschnitt. Während des Betriebes bilden sich an den Unterflächen der Brückenschwelle ungleichmäfsige, bleibende Einpressungen, und zwar oberhalb des Stegbleches um 1 bis 2 mm gröfser als an den Aufsenkanten des horizontalen Winkelschenkels (Abb. 2). Es sitzt dann die Schwelle im unbelasteten Zustand auf der Aufsenkante des horizontalen Winkelschenkels auf. Im belasteten Zustand aber wird durch die geneigte Lagerfläche der Brückenschwelle eine stark aufsermittige Belastung des U-Eisens erzeugt, die mit einer deutlich sichtbaren Ausknickung des Stegbleches verbunden ist. Diese Ausknickungen des Stegbleches haben sogar zu Anrissen in den Stechblechen selbst geführt (Abb. 2a). Wahrscheinlich treten unter dem Auflager der Brückenschwelle im horizontalen Schenkel des Obergurtes infolge der Ausknickung des Stegbleches an einzelnen Stellen blofs Zugspannungen auf. Denn da der Obergurtwinkel der Stütze entzogen ist, dürfte er für sich allein auf ein kurzes Stück als ein auf Biegung beanspruchter eingespannter Träger

wirken. Die Spannungsverteilung ist daher in einem solchen U-Träger derart verwickelt, dafs mit der gewöhnlichen Berechnungsweise des einfachen Balkens die tatsächlichen Spannungen sich nicht einmal angenähert angeben lassen.

Um diesen ungünstigen Beanspruchungen und den daraus folgenden Rifsbildungen in den Schwellenträgern bei bestehenden Brücken zu begegnen, sind zwei Wege möglich:

1. Verstärkung der Obergurte durch Auswechslung der zu schwachen Obergurtwinkel gegen stärkere mit Deckblech (Abb. 3*), oder

2. durch Einschaltung von billigen Zwischengliedern unter der Schwelle, die die ungünstigen Nebenspannungen abschwächen oder ganz ausschalten (Abb. 4 u. 5).

Ein Mittel, um die im Obergurtwinkel erzeugten Nebenspannungen vollkommen zu beseitigen, ist die zentrale Übertragung des Schwellendruckes derart, dafs die Resultierende in der Biegungsebene, d. i. bei symmetrischen Trägerformen in der Mittellinie liegt. In den Abb. 4 u. 5 sind zwei verschiedene Formen solcher Auflagervorrichtungen dargestellt, die dieser Anforderung sowie allen Bedürfnissen des Betriebes entsprechen**). Die in Abb. 4 dargestellte Auflagervorrichtung hat als Unterteil eine 8 mm starke Platte, die auf dem Schwellenträger aufliegt und durch eine Anschlagleiste gesichert wird. Auf dieser Grundplatte ruht eine in der Mitte 15 mm starke Keilplatte, die vermöge der unteren schmalen Auflagerfläche ein Kipplager bildet und den resultierenden Schwellendruck in die Biegungsachse des Schwellenträgers überträgt. Die Verbindung der beiden Platten kann durch eine Vernietung oder sonstwie bewirkt werden, jedenfalls aber so, dafs etwas Spiel für das Kippen entsprechend der elastischen Durchbiegung der Brückenschwelle gewahrt bleibt. Die Breite und Länge der Platten wird durch die Breite des Obergurtes und der Schwelle bestimmt.

Durch irgendeine Befestigung, im vorliegenden Falle mit einer ankerförmigen Schwellenschraube, die den Schraubenzug an die innere Unterseite des Winkels überträgt, wird die Schwelle samt der Auflagervorrichtung gegen alle seitlichen Verschiebungen, so insbesonders auch gegen das Wandern gemeinsam gesichert.

In Abb. 5 ist eine Auflagerplatte dargestellt, die für einen U-förmigen Träger dient und aus einer 10 mm starken Platte mit angenietetem Anschlagwinkel besteht, der mit dem kurzen wagrechten Schenkel den Druck zentral überträgt. Die Platte wird mit der Brückenschwelle gemeinsam durch eine gewöhnliche Brückenschwellenschraube befestigt, wobei die Schraubenspannung durch ein Klemmplättchen an die Innenseite des Winkelschenkels übertragen wird.

Ist für die Befestigung der Brückenschwelle eine Lochung im Obergurtwinkel nicht wünschenswert, so mufs entweder die Unterplatte selbst durch Klemmschrauben am Obergurtwinkel festgehalten werden, oder es mufs die Schwelle durch Vorrichtungen, wie sie beim Oberbau verwendet werden, gegen Wandern geschützt werden. Die beschriebenen Auflagerplatten sind sehr billig und können an bestehenden Brücken, bei denen Anrisse an den Schwellenträgern bereits eingetreten oder zu befürchten sind, zum Schutze vor weiteren Anrissen ohne Schwierigkeiten und ohne Störung des Betriebs eingebaut werden, wodurch kostspielige Verstärkungsarbeiten erspart werden. In einem besonderen Falle kostete die Verstärkung der unzulänglichen Obergurte, die dem örtlichen Auflagerdrucke der Brückenschwellen nicht gewachsen waren, nach der in Abb. 3 dargestellten, oben beschriebenen Weise samt allen Nebenarbeiten etwa 118 österreichischer Goldkronen für ein Meter eingleisiger Brückenfahrbahn, während die Sicherung mit den Auflagerplatten für ein Meter auf 22,8 österreichischer Goldkronen zu stehen kommt.

Wird die Sicherung solcher zu schwacher Obergurte der Schwellenträger rechtzeitig vorgenommen, das heifst schon bei der Auffindung der ersten Schwellenträgeranrisse, so können namhafte Ersparnisse bei der Erhaltung der Brückenfahrbahn erreicht werden.

Bei einer Brücke von 80 m Länge belaufen sich die Kosten für die Auflagerplatten samt dem Einlegen und allen Nebenarbeiten auf rund 1830 österreichischer Goldkronen, während die Kosten der Verstärkung nach Abb. 3 auf 9440 österreichischer Goldkronen veranschlagt wurden, was 80 % Ersparnis ausmacht. Dazu kommt, dafs für die Durchführung der Verstärkungsarbeiten auf mindestens drei Wochen eine gänzliche oder teilweise Sperrung des Gleises erforderlich ist, was auf den Betrieb der Bahn verteuernd wirkt. Die Einlegung der Auflagerplatten kann hingegen ohne Störung des regelmäfsigen Zugverkehres erfolgen. Die ersparten Summen können dann für planmäfsige Brückenauswechslungen und Verstärkungen, wie sie infolge Erhöhung der Betriebslasten erforderlich werden, nutzbringend verwendet werden, während die Verstärkung der Fahrbahn allein aus Gründen des örtlichen Schwellendruckes eine nutzlose Geldausgabe bedeutet.

Die österreichischen Bundesbahnen werden diese Auflagerplatten bei einer Brücke mit bereits angerissenen Schwellenträgern erproben. Es wird sich schon innerhalb Jahresfrist feststellen lassen, ob eine günstige Wirkung erreicht wird. Da angenommen werden mufs, dafs aufser den sichtbaren Anrissen noch verborgene im Anfangszustande befindliche Anrisse vorhanden sind und da im allgemeinen das Eisen der Winkel bereits ermüdet ist und an Arbeitsfähigkeit viel eingebüfst hat, so würde die Feststellung, dafs keine Vermehrung in der Zahl der Anrissen eingetreten ist, den unzweifelhaften Beweis erbringen, dafs diese Auflagervorrichtung zum Schutze der Obergurtwinkel geeignet ist. Diese Auflagerplatten können auch bei neuen Brücken mit wirtschaftlichem Vorteil verwendet werden, da sie gestatten, einfachere Schwellenträgerformen in die Fahrbahn einzubauen, z. B. die viel billigeren Walzträger. Gleichzeitig werden auch die in rechnerischer Beziehung durch den Schwellendruck erzeugten schwer verfolgbaren Spannungen im Obergurte ausgeschaltet und die Grundlagen geschaffen, die Trägerspannungen in der gewohnten Art nach den Regeln der Statik zu berechnen.

Das Anwendungsgebiet dieser Auflagerplatten ist somit sehr vielseitig, da sie einerseits bei bestehenden Brücken zum Schutze zu schwacher Schwellenträger dienen können und anderseits bei neuen Brücken die Verwendung einfacherer und somit billigerer Trägerformen gestatten; sie ergeben somit beträchtliche Vorteile baulicher und wirtschaftlicher Art.

*) Anmerkung der Schriftleitung: Auf den eisernen Brücken der Reichsbahndirektion Dresden wird zur mittigen Übertragung des Schwellendruckes ein 60 mm breites, mindestens 15 mm starkes Ausgleicheisen sowohl auf den Hauptträgern von Blechbalkenbrücken wie auf den Längsträgern von Fahrbahntafeln angeordnet. Es gleicht die Höhenunterschiede aus, die bei mehreren Deckblech-Lagen entstehen, macht durch die Befestigung mit versenkten Nieten besondere Aussparungen für Nietköpfe in den Schwellen entbehrlich, verhindert bei Durchbiegung der Schwellen Verdrückungen der Gurtbleche und gestattet Erneuerung des Anstriches unter den Schwellen, ohne diese abzuheben.

**) In Österreich zum Patent angemeldet.

## Wiederherstellung der im Jahre 1919 gesprengten Eisenbahnbrücke bei Szolnok (Ungarn).

Von **Karl Rotter**, Ingenieur, Leiter der Brückenabteilung der kgl. ungarischen Staatsbahndirektion in Budapest.

Hierzu Abb. 2 und 3 auf Tafel 8.

Im Sommer des Jahres 1919 standen in Ungarn an beiden Ufern des Theifsflusses zwei Heere einander gegenüber. Am rechten Ufer lag die ungarische rote Armee; am linken Ufer die rumänische Armee, die gegen Ungarn vorrückte und an der Theifslinie aus Vorsicht stehen blieb. Zur besonderen Sicherung gegen feindlichen Angriff sprengten die Rumänen viele Theifs-

brücken und zwar Eisenbahn- und Strafsenbrücken. Im Nordosten Ungarns fühlten sich die Tschechen bedroht und sprengten die Theifsbrücke bei Csap. Ende Juli 1919, als die Rumänen eine neue Offensive begannen, sprengten rote ungarische Truppen die Theifsbrücke bei Szolnok.

Kurz danach besetzten die Rumänen nach überschreiten der Theifs die Hauptstadt Ungarns, Budapest.

Nach monatelanger Besetzung verliefs das rumänische Heer — auf Befehl der Ententemächte — Budapest und das kleine Ungarland, dies geschah gegen Ende November 1919.

Nun konnte man erst an die Wiederherstellung der gesprengten Brücken denken. Dieser Herstellung standen aber sehr grofse Schwierigkeiten im Wege. Die Rumänen hatten nämlich das kleine Ungarn gänzlich aller Hilfsmittel beraubt. Die Niederlagen der Unternehmer und Kaufleute hatten sie geleert, die Einrichtungen der Fabriken beschlagnahmt und abgefahren. Gerüstholz, Walzeisen und die zur Herstellung und Hebung von Eisenbrücken nötigen Werkzeuge und Maschinen waren in der nötigen Anzahl nicht aufzutreiben, Unternehmer zur Herstellung der Theifsbrücken waren nicht zu haben.

Unter solchen Umständen entschlofs sich die Direktion der kgl. ungarischen Staatsbahnen, die dringendsten Herstellungsarbeiten in eigener Arbeitsführung zu vollbringen. Mit der Ausführung dieser Arbeiten wurde die Brückenabteilung der ungarischen Staatsbahndirektion betraut, welche mit Hilfe der Staatsmaschinenfabrik an das Werk schritt.

Folgende Eisenbahnbrücken waren zerstört:

1. Die Vizinalbahnbrücke bei Csongrad, die zugleich auch Strafsenbrücke ist. Die Öffnungen dieser Brücke sind rund folgende: $40 + 63 + 116 + 63 + (5 \times 40)$ m. Die Rumänen wagten sich nicht auf die Brücke, sprengten daher das linke Widerlager in die Luft und zerstörten hierdurch den daneben liegenden 40 m weiten Eisenträger.

2. Die zweigleisige Hauptbahnbrücke bei Szolnok. Deren Öffnungen sind rund folgende: $(4 \times 38) + (2 \times 93) + 38$ m. Gesprengt wurde der erste grofse Eisenträger — in der 93 m weiten Öffnung — und zwar durch rote Truppen.

3. Die Vizinalbahnbrücke bei Kisköre mit folgenden Öffnungen: beiderseitig im Überschwemmungsgebiet rund je 300 m Holzkonstruktion mit 10 m weiten Öffnungen über dem Flufsbett $46 + 65 + 46$ m Eisenbrückenträger auf gemauerten Pfeilern. Diese Brücke wurde sehr übel zugerichtet. Der Holzbrückenteil am rechten Ufer wurde durch rote Soldaten, derjenige am linken Ufer durch rumänische Soldaten vollständig durch Feuer zerstört. Im Flufsbett sprengten die Rumänen zwei Pfeiler in die Luft, wodurch zwei Eisenkonstruktionen ins Wasser stürzten. Schliefslich blieben von der ganzen Brücke nur zwei Pfeiler und der auf diesen ruhende, 46 m weite Eisenträger stehen.

4. Die Vizinalbahnbrücke bei Tiszafüred, zugleich auch Strafsenbrücke, mit folgenden Öffnungen: $29 + (3 \times 69) + 29$ m. Die Rumänen sprengten zuerst eine Mittelkonstruktion und etwas später noch zwei Mittelpfeiler, so dafs ein 29 m weiter und zwei 69 m weite Eisenträger hinabstürzten.

5. Die Bahnbrücke bei Tokay, mit drei Öffnungen von je 69 m. Rumänische Truppen sprengten zuerst einen Seitenträger, dann später den Mittelpfeiler zwischen den zwei unbeschädigten Träger, so dafs schliefslich alle drei Träger im Flufsbett lagen.

6. Die Bahnbrücke bei Csap mit drei Öffnungen von je 84 m. Die Tschechen zerstörten einen Seitenträger.

Von diesen sechs Brücken war der Wiederaufbau derjenigen bei Szolnok und Tokay am dringendsten; diese wurden in den Jahren 1920 bis 1921 trotz der oben erwähnten höchst ungünstigen Verhältnisse vollständig aufgebaut.

Wir wollen bei dieser Gelegenheit die bemerkenswerten Arbeiten der Wiederherstellung der Theifsbrücke bei Szolnok etwas eingehender behandeln.

Über diese Brücke führt eine zweigleisige Hauptbahn mit sehr regem Verkehr. Vom rechten Ufer aus betrachtet liegen vier Öffnungen von je 38 m, zwei Öffnungen von je 93 m und eine Öffnung von 38 m Länge. Der erste grofse Eisenträger, (in der 93 m weiten Öffnung) wurde nahe dem linken Ende, im zweiten Fach durchsprengt; infolgedessen brach der 95 m lange Eisenträger in zwei ungleiche Teile. Der kleinere Teil, ungefähr $1^1/_2$ Fächer (das Fach zu 9,5 m) lag so tief, dafs er bei Mittelwasserstand unter dem Wasserspiegel verschwand. Der längere Teil ($8^1/_2$ Fächer) von ungefähr 80 m Länge lag schief, und zwar mit dem rechten oberen Ende auf der Kante des Pfeilers, mit dem unteren Ende auf dem Flufsgrunde. In dieser Öffnung ist das Flufsbett am tiefsten, unter Nullwasser ungefähr 7 m (Abb. 2 und 3, Taf. 8).

Als die Rumänen Budapest besetzten, war ihre einzige Sorge, aus Ungarn und seiner Hauptstadt möglichst viel herauszuholen. Doch sämtliche Theifsbrücken waren zerstört, mithin alle Bahnwege unterbrochen. Vor allem war es ihnen besonders wichtig, die Brücke bei Szolnok fahrbar zu machen. Sie errichteten also auf dieser Brücke eine rasch zusammengeschlagene, schlechte Notüberbrückung und zwar in folgender Weise:

Zuerst schlugen sie ungefähr in der Mitte der gesprengten Öffnung aufserhalb der gestürzten Brücke ein Pfahljoch, auf welches sie 14 m lange Differdinger Träger querliegend versetzten, welche die Obergurte der gestürzten Eisenbrücke unterfingen. Ein Jochaufsatz erhöhte dieses Joch bis zur Brückenhöhe. Nun überbrückten sie die so geschaffene Öffnung zwischen Joch und Mittelpfeiler mit einer in Ungarn beschlagnahmten 45 m langen Kriegsbrücke. Diese eiserne Kriegsbrücke wurde ohne Gerüst schwebend montiert; als Gegengewicht diente ein Kriegsbrückenteil von 30 m Länge, der auf dem unbeschädigten zweiten grofsen Eisenträger zusammengestellt wurde. Jetzt galt es noch eine ungefähr 50 m lange Lücke zu überbrücken. Unter dieser Lücke ruhte der 80 m lange Brückenteil in schiefer Lage. Es wurden auf die Längsträger dieses schiefen Brückenteiles ungefähr von 9 zu 9 m einfache Joche aufgesetzt; auf diese Joche wurden eiserne Längsträger gelegt und endlich wurde auf diese Längsträger der Querschwellenoberbau befestigt.

Auf diese Art entstand im rechten Gleis in vier Wochen eine eingleisige Notbrücke, welche aber so leichthin zusammengetakelt wurde, dafs sie gar keine Sicherheit gewährte.

Diese zeitweilige Brücke wurde von den Rumänen nur für Kriegstransporte in Anspruch genommen. Bürgerlicher Personen- oder Güterverkehr war auf der Brücke überhaupt nicht gestattet.

Nachdem die rumänische Armee das kleine Ungarn gegen Ende November 1919 endlich geräumt hatte, konnten erst die Ingenieure der ungarischen Brückenabteilung ihre Arbeit auf den Theifsbrücken in Angriff nehmen, denn so lange die Rumänen dort waren, untersagten sie auf den Brücken jede Arbeit.

Behufs Wiederherstellung der Theifsbrücken nächst Szolnok waren folgende Aufgaben zu lösen.

1. Der Verkehr auf der Brücke durfte um keinen Preis unterbrochen werden. Dies erforderte:

2. Die Verstärkung und das Ausbessern der im rechten Gleis liegenden rumänischen Notbrücke.

3. Der Platz in der zerstörten Öffnung mufste zum Zwecke der Wiederherstellungsarbeiten sobald als möglich geräumt werden. Dies zu ermöglichen, mufste aufser dieser Öffnung in gehöriger Entfernung eine zweite Notbrücke errichtet werden.

4. Das Abtragen der ersten Notbrücke.

5. Das Heben des herabgestürzten Brückenteiles und das Bergen der im Flufsbett liegenden Trümmer.

6. Wiederherstellung und Ergänzung des gehobenen Brückenteiles.

Diese Aufgaben wurden in folgender Weise gelöst:

Die Verstärkung und das Ausbessern der rumänischen Notbrücke bereitete keine besonderen Schwierigkeiten.

Äufserst schwierig war aber die Herstellung einer zweiten Notbrücke umsomehr, als zu dieser Zeit in Ungarn Gerüst- und Bauholz kaum aufzutreiben war. Überhaupt mufste man während der ganzen Arbeit mit Holz und Eisen bis zum äufsersten sparen, was die Schwierigkeiten der technischen Durchführung im grofsen Mafse steigerte.

Nach längeren Untersuchungen zeigte sich für die zweite Notbrücke folgende Lösung als die zweckmäfsigste:

In der vierten Öffnung von 38 m Länge — wo die Fahrbahn oben liegt — wird das linke, unterbrochene Gleis mittels Gegenbogen von 180 bis 150 m Halbmesser aus der Brücke, über den Hauptträger hinüber, nach links hinaus geleitet; dann in 12 m Achsenentfernung von der alten linken Gleismitte mit ihm parallel laufend wieder mittels Gegenbogen von je 150 m Halbmesser auf dem unbeschädigten, zweiten grofsen Eisenträger in das linke stumpfe Gleis eingebunden. Dieser zweite grofse Träger ist zweigleisig, seine Obergurte sind parabelförmig, an den Brückenenden in gleicher Höhe mit der Fahrbahn.

Zum Zwecke dieser Ausweichbrücke wurden aufgesetzte Doppeljoche geschlagen, welche am Ufer 6 bis 8 m, im Flufsbette 10 bis 18 m hoch waren. Es ist des Erwähnens wert, dafs zu dieser Zeit der ganze ungarische Staatsapparat für diese äufserst dringende Arbeit kein Holz erwerben konnte und der Schreiber dieser Zeilen konnte nur mit Hilfe von militärischer Brachialgewalt, mühselig das nötige Holz auftreiben.

Die Ausweichbrücke (Textabb. 1) hatte zwei Öffnungen von $6^1/_2$ m, vier Öffnungen von $7^1/_2$ m und drei Öffnungen von 24 m Länge. Die Öffnungen wurden mit eisernen Walzträgern überbrückt; zu den drei grofsen Öffnungen standen die nötigen, grofsen Grey-Träger glücklicherweise zur Verfügung.

Die Ausweichbrücke wurde stromaufwärts ausgeführt und am 22. August 1920 dem Verkehr übergeben.

In Anbetracht der oben erwähnten Linienführung mit Gegenbogen von nur 150 m Halbmesser war zu beachten, dafs die Befahrung der Ausweichbrücke die weitestgehenden Vorsichtsmafsregeln erforderte. Es durfte nur im Schritt gefahren werden, denn bei rascherer Bewegung mufste man unbedingt Entgleisungen befürchten. Damit nun das langsame Überfahren vollständig gesichert werde, mufste jeder Zug vor der Theifsbrücke, wie auch nach Übersetzung derselben, anhalten. Zur Versicherung gegen Entgleisung wurden in der ganzen Länge der Notbrücke neben dem inneren und äufseren Schienenstrang Leitschienen befestigt, aufserdem wurden in den Bögen die äufseren Schienen an ihrer äufseren Seite mit eisernen Bandstützen gegen Umkippen geschützt. Infolge dieser Mafsnahmen vollzog sich der Verkehr auf der Ausweichbrücke beinahe 15 Monate lang ohne Anstände.

Zum Schutze der hohen im Flufsbette stehenden Holzjoche dieser Notbrücke waren starke, doppelte Eisbrecher aufgestellt.

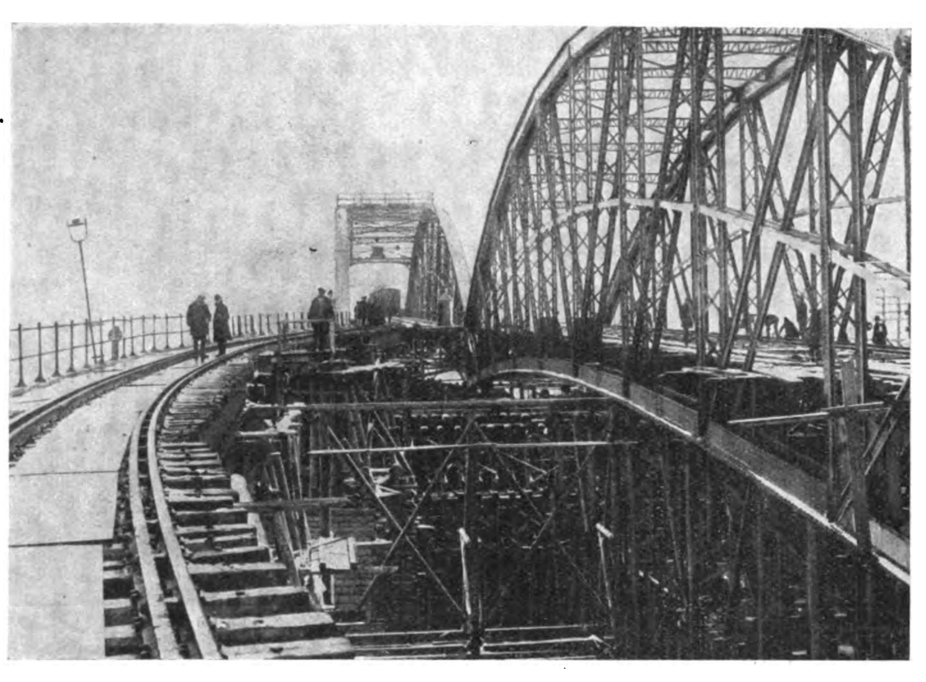
Nach Eröffnung dieser zweiten Notbrücke, konnte man an das Abbauen der unsicheren, rumänischen Notbrücke schreiten. Vor allem wurde nur die eine Hälfte dieser Brücke entfernt, und zwar jene, welche auf dem abgestürzten Brückenteil lagerte. Die andere Hälfte, nämlich die eiserne Kriegsbrücke von 45 m Länge blieb einstweilen noch stehen, weil sie bei dem Heben der Trägertrümmer noch gute Dienste leisten konnte.

Nun hiefs es das Heben des hinabgefallenen Brückenteiles und das Entfernen der übrigen Brückentrümmer zu bewerkstelligen.

Die Hauptträger der zerstörten Eisenbrücke waren sogenannte Sichelträger mit parabolischem Ober- und Untergurt; die Länge der Hauptträger war 95 m, eingeteilt in 10 gleiche Fächer. Von diesen 10 Fächern waren $1^1/_2$ Fächer abgesprengt, deren Trümmer aus dem Flufsbette mit Hülfe der Kriegsbrücke unter Anwendung von Ketten und Flaschenzügen über Wasserspiegel gehoben, dann auf einem kleinen Gerüste zertrennt wurden. Die zertrennten Eisenteile wurden ans Ufer gebracht und bei der späteren Herstellung teilweise wieder eingearbeitet. Erst nach dieser Arbeit konnte man die Kriegsbrücke abtragen.

Wie schon oben erwähnt war, lag ein zusammenhängender Brückenteil — ungefähr $8^1/_2$ Fächer, ungefähr 80 m lang — in schiefer Lage, am oberen Ende vom Pfeiler unterstützt. Das Gewicht dieses Teiles betrug ungefähr 640 t; aufserdem war das im Flufsbett liegende Ende stark versandet. Zum Heben standen nur Wasserdruck-Hebepumpen von 100—200 t Hebefähigkeit zur Verfügung. Das untere Ende des Brückenteiles mufste man etwa 18 m hoch heben.

Abb. 1. Theifsbrücke bei Szolnok. Zustand am 14. November 1921.



Die Hebung des 640 t schweren Trägerteiles auf 18 m Höhe wäre aber mit den vorhandenen Mitteln kaum durchführbar gewesen. Aufserdem sah man bei niedrigem Wasserstande, dafs am unteren Teil, in dem 6., 7. und 8. Fach das Stabwerk stark verbogen und an den Knotenpunkten vielfach gerissen war, so dafs das Gestäbe auf jeden Fall zertrennt werden mufste.

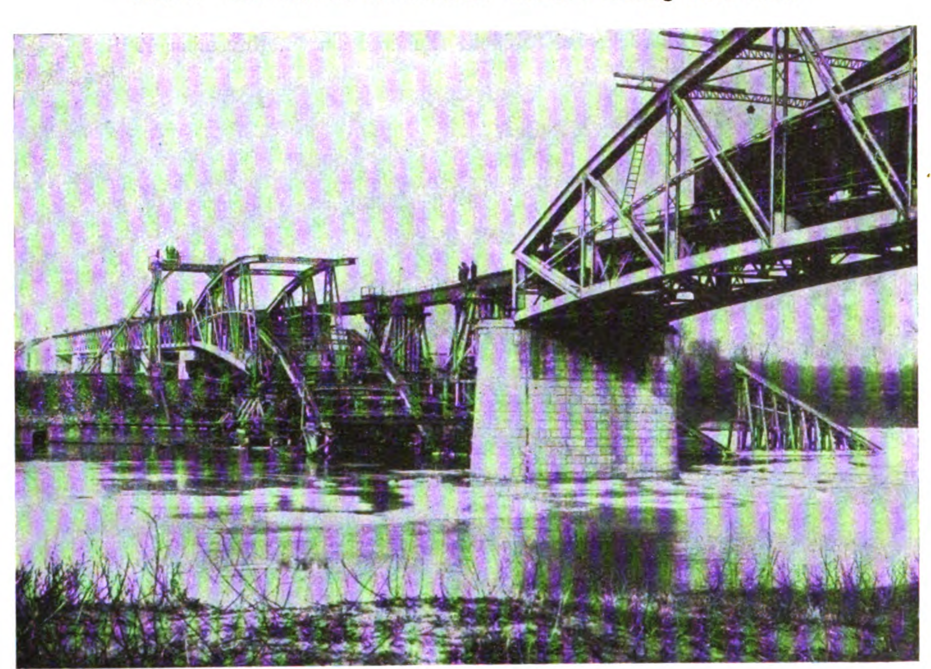
Diese Umstände erwägend, entschlofs man, den abgestürzten Brückenteil in zwei Teile zu trennen, damit jede Hälfte allein leichter zu handhaben sei. Die 4 ersten Fächer waren gänzlich unversehrt, darum wurde die Trennung im 4. Fach vollführt, welches ganz über dem Wasserspiegel lag. (Textabb. 2). Hier wurden die Gurtstöfse durch Herausschlagen der Nieten gelöst, die Längsträger entfernt, und so blieb links ein unbeschädigter Brückenteil von $3^1/_2$ Fächern abgetrennt. Das Gewicht dieses Stückes war ungefähr 250 t, und dessen unteres Ende mufste etwa 10 m hoch gehoben werden.

Zu diesem Zwecke wurde das am Pfeiler aufliegende Ende dieses Teiles an den angrenzenden 39 m weiten Eisenträger

mit starken Ketten gefesselt und so gegen Abrutschen gesichert. Unter dem dritten Knotenpunkte war schon ein starkes und breites, dreifaches Joch aufgestellt; auf diesem wurden Hebepumpen unter die Untergurte gelegt und am 13. November 1920 begann das Heben. So oft die Pumpe hochgepumpt war, wurden am breiten Joche neben den Pumpen Holzunterlagen angebracht und nach und nach aufgestapelt. Als dieser Holzstapel 6 m hoch war, wurde der Brückenteil unter dem zweiten Knotenpunkt mit einem Hilfsjoch unterfangen, und an der Stelle des nunmehr entfernten Holzstapels ein Jochaufsatz aufgestellt. Von diesem aufgesetzten Joch konnte der Brückenteil jetzt schon bis zur Fahrbahnhöhe gehoben werden. Da inzwischen Eisgang und Hochwasser eintrat, konnte diese Arbeit erst am 16. März 1921 vollendet werden.

Der zweite abgetrennte Teil ($4^1/_2$ Fächer), etwa 43 m lang, wurde nach Abgang des Eisstofses und Hochwassers vom März bis Juni 1921 schrittweise emporgehoben, aber nur bis Mittelwasserhöhe, ungefähr 7 m unter Fahrbahnhöhe. In dieser Höhenlage konnte dieser Teil in seine Einzelteile zertrennt werden.

Abb. 2. Theifsbrücke bei Szolnok. Zustand Anfang März 1921.



Auf diese Weise war nun der zerstörte Träger aus dem Wasser entfernt und die Öffnung geräumt. Nun konnte man feststellen, dafs ungefähr 60% der Eisenteile unversehrt geblieben waren, mithin mufsten 40% neu beschafft werden.

Jetzt mufste man entscheiden, in welcher Achse der Träger wieder zusammengestellt werden sollte. In der alten Brückenachse konnte man diese Arbeit keinesfalls durchführen, weil dem fehlenden Ende des Brückenteiles das Ende der in die alte Brücke einmündende Ausweichbrücke stark im Wege stand. Aufserdem fand man es überhaupt für bedenklich, den neuen Träger in nächster Nähe der Ausweichbrücke fertig zu stellen, umsomehr, als die Ausweichbrücke stromaufwärts gelegen war. Es war jedenfalls jeder Zwischenfall zu vermeiden, weil ein Unfall auf einer Brücke zugleich für die nebenan stehende verhängnisvoll hätte werden müssen. Es wurde also beschlossen, dafs der neue Träger stromabwärts, 15 m von der Achse der alten Brücke entfernt, montiert werde. Hierdurch wurde es möglich, dafs der grofse Montierungs-Laufkran, welcher aufserhalb der Hauptträger bis zum Ende der neuen Brücke unbehindert fahren mufste, dort nicht an das Ende des Hauptträgers der zweiten grofsen, unbeschädigten Öffnung stiefs.

Man schob also den schon gehobenen, etwa 35 m langen Trägerteil, auf Einschiebewagen gelagert, auf den hierzu errichteten starken Jochen stromabwärts in die oben erwähnte Montierungslage, wo inzwischen das ganze Montierungsgerüst schon fertiggestellt war.

Das Ergänzen und Zusammenstellen des Trägers konnte also von der Staatsmaschinenfabrik ohne Hindernis vollführt werden.

Nun galt es, den wiederhergestellten Träger in die alte Brückenachse zurückzubringen und zwar ohne Störung des Verkehrs. Es sollte der Verkehr nicht länger als von früh morgens bis abends unterbrochen werden.

In diesem Zeitraum mufste folgendes geschehen:

1. Das Abbauen der anschliefsenden Gleisteile der Ausweichbrücke.

2. Die Entfernung der letzten an die grofse, unversehrte Öffnung angrenzenden, 24 m langen Eisenkonstruktion, bestehend aus 6 Stück 24,7 m langen Grey-Trägern, samt ihren Verbindungsteilen und dem Oberbau, im Gesamtgewicht von ungefähr 60 t.

3. Teilweises Abbauen des Joches der eben erwähnten Konstruktion, weil der obere Teil dieses Joches im Wege stand.

4. Einschiebung des 95 m langen, neu hergestellten Eisenträgers mit Oberbau, im Gesamtgewicht von ungefähr 760 t.

5. Absetzen des eingeschobenen Trägers auf die Lager, inbegriffen allfällige, vorhergehende Regulierungsarbeiten.

6. Annieten der Längsträgerkonsole an einem Ende der Öffnung.

7. Zusammenbinden des Oberbaues an den beiden Enden der Öffnung.

Diese verschiedenen Arbeiten wurden in folgender Weise vollbracht:

Am 15. November 1921 5 Uhr früh begann das Aufreifsen des Gleises bei Fackelschein. Um $6^1/_2$ Uhr waren die Verbindungskurven beiderseits entfernt. Nun wurde die 24 m lange, zeitweilige Konstruktion auf einfachen Jochen, mittels Drahtseilen und Handkranen 2 m weit stromaufwärts gezogen.

Hierauf konnte man das Entfernen des im Wege stehenden Jochteiles bewerkstelligen. Diese Arbeiten waren um 11 Uhr vormittags vollendet.

Nun machte man sich an den grofsen Träger.

Um ihn einzuschieben, waren unter den ersten und den vorletzten Knotenpunkt sehr starke, dreireihige Joche hergestellt. Auf jedem dieser Joche lagen Fufs an Fufs drei Schienenstränge, und auf dieser dreifachen Schiene lagen die starken Einschiebewagen, auf welchen die Untergurte des Trägers ruhten. Also lag der Träger auf vier Punkten und auf jeden entfiel eine Last von 190 t. An jedem Einschiebewagen waren starke, dreifache Drahtseile befestigt, die an jedem Brückenende mit drei kräftigen Handkranen gezogen wurden.

Wie schon oben mitgeteilt, lag die Achse des wiederhergestellten Trägers 15 m entfernt von der alten Brückenachse. Da aber der grofse Montierungs-Laufkran schon vor mehreren Tagen abgetragen worden war, konnte man schon am 14. November einen Teil der Einschiebung durchführen. Tatsächlich wurde der Träger am 14. November 9 m stromaufwärts gezogen, so dafs er nur noch in 6 m Entfernung von der alten Achse lag. Am 15. November, gegen Mittag erfolgte die weitere Bewegung des Trägers, der um 2 Uhr ohne jeden Zwischenfall in der endgültigen Lage anlangte. Nun mufste man noch die grofsen Brückenlager genau einrichten,

was etwa eine Stunde dauerte, so dafs um 3 Uhr der Träger regelrecht aufgelagert war. Nun wurden die Längsträgerkonsolen angenietet und der Oberbau an beiden Enden geschlossen. Um 4 Uhr nachmittags war alles fertig und die Brückenprobe wurde veranstaltet. Um 1/2 5 Uhr wurde die Brücke dem Verkehr übergeben.

Am Ende soll noch erwähnt sein, dafs die ziemlich kühn gestaltete Ausweichbrücke vom 22. August 1920 bis 15. November 1921 im Verkehr war. Lokomotiven schwerster Bauart von 92 t Gesamtgewicht (mit Tender) verkehrten darauf regelmäfsig. 14000 Eisenbahnzüge fuhren über diese Brücke, welche somit sehr gute Dienste geleistet hatte.

Die ganze Arbeit der Wiederherstellung wurde in eigener Arbeitsführung vollendet, Unternehmer wurden nicht herangezogen. Bei der Berechnung der Arbeitskosten konnte festgestellt werden, dafs die Ersparnis, die durch den Ausschlufs von Unternehmern erzielt wurde, ungefähr 20% betrug.

## Zugbrücken für Eisenbahnverkehr.

Von Oberingenieur **Joosting**, Utrecht.

Hierzu Abb. 1 bis 6 auf Tafel 14.

In Holland hat man bei dem Bau der Eisenbahnen in früheren Jahren über Kanäle untergeordneter Bedeutung vielfach sogenannte Kranbrücken gebaut, und zwar ihrer Einfachheit und Billigkeit wegen. Wie bekannt, besteht eine solche Brücke aus zwei kranförmigen Hauptträgern, die sich, jeder für sich, um eine an einem Ende befindliche, senkrechte Achse drehen und nur durch drehbar befestigte Verbindungsstangen verbunden sind*).

Diese Brücken haben eine sehr geringe Steifigkeit in der Querrichtung und sind schon deshalb dem heutigen Verkehr nicht mehr gewachsen. Sie werden daher allmählich ausgewechselt. Im Anfang hat man Drehbrücken an ihrer Stelle gebaut; dafür mufste aber ein neues Widerlager und oft auch noch ein neuer Drehpfeiler gebaut werden, was des weichen Bodens wegen meistens ziemlich kostspielig war. Der Verfasser suchte deshalb nach einer beweglichen Brücke, für die der Unterbau der Kranbrücke, die aus nur zwei Widerlagern besteht, ohne Erweiterung gebraucht werden konnte. Dafür kam die in Holland für Strafsenverkehr sehr verbreitete Zugbrücke**) in Betracht, aber nicht, ohne dafs besondere Bedingungen zu erfüllen waren und zwar:

1. Die Drehachse der Brückenklappe sollte keine Stöfse durch die Verkehrslast erleiden.
2. Die Klappe sollte beim Befahren als eine feste Brücke aufliegen, also im geschlossenen Zustand einen positiven Druck auf ihre Auflager ausüben.
3. Im Falle eines Bruches der Zugstangen oder der Ketten sollte ein Herunterfallen des Gegengewichts ausgeschlossen sein.
4. Die Brücke sollte bei allen Witterungsverhältnissen von einem Manne in kurzer Zeit geöffnet und geschlossen werden können.

Die in den Abb. 1 bis 6 auf Taf. 14 dargestellte Zugbrücke entspricht diesen vier Bedingungen. Die Forderung unter 1. wird dadurch erreicht, dafs beim Herunterlassen der Brückenklappe die Hauptträger die Auflager B bei der Drehachse (Abb. 1) etwas früher berühren als die Auflager auf dem anderen Widerlager. Beim weiteren Senken dreht sich die Brückenklappe um den Punkt B des Auflagers. Dabei heben sich die Drehachsen A ein wenig aus den Bronzelagern und schieben diese zu gleicher Zeit etwas nach links, so dafs zwischen diesen Lagern und den Backen des gufseisernen Stuhles bei d und e (Abb. 3) einige Millimeter Spielraum entstanden sind.

Mit Rücksicht auf die anderen Bedingungen wird die Brücke nicht wie üblich durch zwei an die Brückenklappe angreifenden geraden oder gebogenen Zahnstangen bewegt, sondern durch zwei Kniehebel g-h-z (Abb. 1), die ihren festen Drehpunkt g in den Portalpfosten und bei h das Gelenk haben, indem sie an den Ziehbäumen bei z angreifen. Wird der untere Teil g-h mittels des damit verbundenen Zahnkranzsektors L um den Punkt g gedreht, dann bewegen sich h nach h' und z nach z' und die Brücke ist in die gestrichelte Lage gebracht, also geöffnet. In dem Augenblick, wo die Brücke beim Schliefsen auf den Auflagern des linken Widerlagers angelangt ist, befindet sich das Gelenk h noch rechts von der Geraden durch g und z; dreht man den Zahnkranzsektor weiter, dann werden die rechten Hälften der Ziehbäume mit dem Gegengewicht noch weiter gehoben und die Zugstangen oder Ketten S werden vollständig entlastet; die Bedingung 2 ist somit erfüllt.

Hat man die Zahnkranzsektoren soweit gedreht, dafs das Gelenk h sich um einige Millimeter links der Geraden durch g und z befindet, bei welcher Lage das Weiterdrehen der Sektoren durch einen Anschlag an den Portalpfosten verhindert wird, dann ist auch die Bedingung 3 erfüllt.

Wie aus der schematischen Darstellung in Abb. 4 hervorgeht, befindet sich der Antrieb der Bewegungsvorrichtung im unteren Teile eines der Portalpfosten. Von der Welle C wird die Kraft mittels einer Gallschen Kette D auf die über die ganze Breite des Portals in der Höhe von mindestens 5 m über Schienenoberkante durchgehende Welle E übertragen. Zwei Ritzel F greifen in die Zahnräder G ein und versetzen so die Wellen H in Drehung, auf welchen die Ritzel K befestigt sind, die die Zahnkranzsektoren bewegen.

Sämtliche Wellen der Bewegungsvorrichtung drehen sich in Kugellagern.

Abgesehen von den Windkräften läfst sich die Brücke mit dieser Vorrichtung durch einen Mann ohne Anstrengung bewegen. Beim Entlasten der Stangen oder Ketten S ist die Kraftübertragung mittels des Kniehebels sehr günstig; sollte die auf der Welle C auszuübende Kraft dennoch zu grofs sein, dann verfügt der Brückenwärter noch über ein Zahnradvorgelege, das er durch Verschiebung des Ritzels X einschalten kann. (In Abb. 4 ist das Vorgelege eingeschaltet gezeichnet).

Die Windkräfte können bei Klappbrücken, besonders wenn diese im freien Feld liegen, die Bewegung der Brücke sehr erschweren; darum ist noch eine Anordnung getroffen, die es ermöglicht, die Windkräfte nicht nur unschädlich zu machen, sondern sie sogar für die Bewegung der Brücke auszunützen. Die ganze Fläche zwischen den Teilen der Ziehbäume rechts vom Portal ist nämlich abgedeckt mit dünnen Blechen M, die an Wellen N befestigt sind und bei jeder Lage der Ziehbäume vom Brückenwärter flach oder aufrecht gestellt werden können (Abb. 5). In flacher Stellung bieten sie dem Wind eine grofse Angriffsfläche, während sie aufrecht gestellt dem Wind kaum Widerstand leisten. Kommt der Wind in der Bahnrichtung von rechts, dann stellt der Brückenwärter wenn er die Brücke öffnen will, die Bleche flach; der Wind hilft ihm dann, die Gegengewichtsarme der Ziehbäume hinunter zu drücken. Will er nachher die Brücke wieder schliefsen, dann stellt er die Bleche aufrecht, der Wind geht dann fast ungehindert durch den Gegengewichtsarm und drückt die Klappe hinunter. Damit ein von links kommender Wind beim Schliefsen der Brücke

*) Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Zweiter Band, vierte Abteilung. Bewegliche Brücken, Dritte Auflage, Kapitel XI, § 95 Seite 236 u. f.).

**) Vergl. obengenanntes Handbuch § 16, Seite 35.

den Gegengewichtsarm hinaufdrücken könne, ist die Klappe zwischen den Schienen mit gelochten Blechen und zwischen den Gleisen mit Streckmetall abgedeckt.

Erwähnt mufs noch werden die selbsttätige Bremsvorrichtung an den Wellen H Abb. 2, 4 und 6. Die Zahnräder G sind nicht auf die Wellen H, festgekeilt, sondern sie können sich um die Welle drehen, müssen aber dabei dem Schraubengewinde folgen. Dreht man die Welle E (Abb. 6) in der Richtung des Pfeiles, dann bewegt sich das Zahnrad G nach links, bis es gegen das drehbar auf der Welle befindliche Sperrad O drückt, und versetzt dann dieses Rad und die Welle H in eine Drehbewegung, die das Heben der Gegengewichtsarme der Ziehbäume und das Herunterlassen der Brückenklappe bewirkt. Wird die Welle E in entgegengesetzter Richtung gedreht, dann schraubt sich das Zahnrad G nach rechts, bis es gegen die fest auf der Welle verschraubte Scheibe P drückt; es nimmt dann die Welle H mit und bewirkt das Herunterziehen der Gegengewichtsarme. Die Sperrscheibe dreht sich nicht mit, weil sie durch die Sperrklinken daran behindert wird. Wird die Welle H durch den Zahnkranzsektor schneller gedreht als das Zahnrad G, dann bewegt sich letzteres nach links und seine Bewegung wird vom Sperrad gebremst, weil die Sperrklinken ein Drehen des Sperrades in diesem Sinne verhindern. Nicht nur bei geschlossener Brücke, sondern bei jedem anderen Stand ist also ein Herunterkommen des Gegengewichts ohne Mithilfe des Brückenwärters ausgeschlossen.

Die Enden der Schienen auf dem beweglichen Brückenteil ragen über die Hauptträgerenden hinaus und liegen auf Widerlagern gemeinsam mit den Enden der Schienen auf der Bahn in einem Stuhl aus Stahlgufs auf; die hohen Backen des Stuhles gewährleisten den richtigen Anschlufs der Schienenenden.

Die Sicherungsanlagen sind so ausgebildet, dafs die Signale nicht auf freie Fahrt gestellt werden können, wenn nicht:

a) die Zugstangen oder Ketten S vollständig entlastet sind;
b) der Zahnkranzsektor L sich in seiner Endlage befindet;
c) sich keine Kurbel auf den Antriebswellen C oder Y befinden.

Nach dieser Bauart wurden bereits sechs zweigleisige Brücken und eine dreigleisige gebaut. Vier andere sind im Bau begriffen und werden in der ersten Hälfte vom Jahre 1925 fertiggestellt sein. Die Brücken werden von **einem** Manne ohne besondere Anstrengung in 30 bis 60 Sekunden geöffnet oder geschlossen; dabei ist das Gewicht der schwersten Brückenklappe nicht weniger als 24000 kg.

## Auswechslung von Brückenträgern im Rotterdamer Viadukt.

Von Ingenieur **F. M. v. P. van Eck**, Rotterdam.

Im Jahre 1877 ist der Viadukt von Rotterdam für den Eisenbahnbetrieb in Benutzung genommen worden. Seine ganze Länge mit den anschliefsenden Brücken über die Maas und den Königshafen beträgt 2206 m.

Es wurde von vornherein bestimmt, dafs der Viadukt mit keiner gröfseren Geschwindigkeit als 30 km in der Stunde befahren werden darf.

Abb. 1.

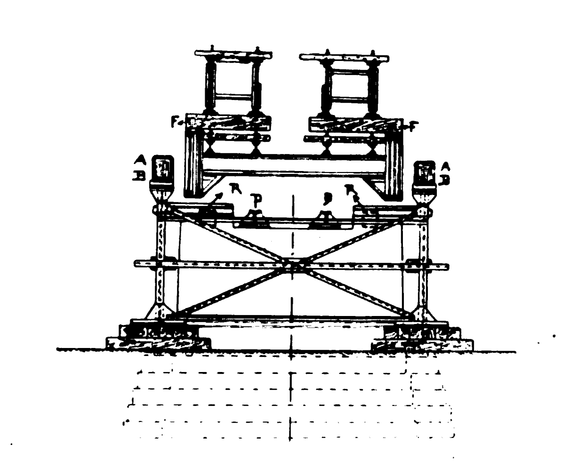
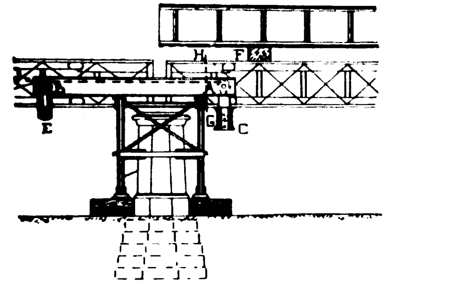
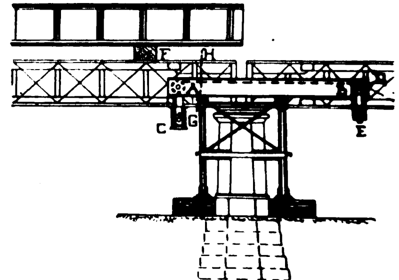


Abb. 2.





Seitdem hat die Belastung der Fahrzeuge eine beträchtliche Zunahme erfahren und sich das Bedürfnis eines schnelleren Verkehrs fühlbar gemacht.

Die Fahrzeit beträgt gegenwärtig 320 Sek., kann aber künftig um etwa 200 Sek. herabgesetzt werden.

Die Direktion der niederländischen Eisenbahnen erteilte die Genehmigung, jene Arbeiten auszuführen, die erforderlich waren, um den Viadukt für alle Gattungen von Eisenbahnfahrzeugen, die gegenwärtig in Europa gebräuchlich sind, zu ermöglichen, und zwar mit der höchst zulässigen Schnelligkeit.

Die erforderlichen Arbeiten wurden in mehreren Abschnitten auf dem Wege der Ausschreibung vergeben. Als erster Abschnitt wurde die Erneuerung der fünf festen Brücken an beiden Seiten der Drehbrücke über den »Wynhaven« vergeben. Diese Brücken, die ganz in Bessemerstahl gebaut sind, wiesen Mängel auf. Aufserdem eignet sich ja dieser Baustoff schlecht für Brückenträger. Es wurde beschlossen, diese Brücken durch neue aus Flufseisen zu ersetzen.

Zwei von diesen Brücken liegen je zur Hälfte über dem Wasser und über dem öffentlichen Wege, die drei anderen führen nur auf dem Lande über den öffentlichen Weg. Dabei sind die Häuser so dicht an den Schienenstrang gebaut, dafs es nicht möglich war, die neuen Brücken auf Gerüsten neben den bestehenden Brücken abzusetzen, dann die alten Brücken auf die Seite zu schieben und dafür an ihre Stelle die neue Brücke seitlich einzuschieben. Für die Auswechslung der Brücken blieb daher nur übrig, sie in der Höhenrichtung abzulassen.

Die alten Brückenträger bestehen aus zwei Hauptträgern, aus Fachwerk mit Quer- und Längsträgern; auf jedem waren zwei Gleise angeordnet. Jede dieser Brücken wird durch zwei vollwandige Blechträger-Brücken ersetzt, also jede für ein Gleis.

Vorbereitend wurden die Lager P und Q der inneren Hauptträger versetzt (Abb. 1). Sodann wurden um die Pfeiler Joche errichtet und zuverlässig gegründet. Auf diese Joche wurden schwere Tragbalken A B aufgesetzt (Abb. 2). An den Enden A wurden an diese Tragbalken mit 7 Scheiben-Flaschenzügen die Balken C C angehängt, die im Grundrifs (Abb. 3.) näher ersichtlich sind. Das ziehende Trum des Flaschenzugs wurde über die Scheibe D der Winde geleitet. Bei dem Anziehen der Winde hätte das Ende B des Tragbalkens A B in die Höhe wippen müssen, sobald das Gewicht der zu erneuernden

Brücke auf den Tragbalken C C abgesetzt wurde. Um dies zu vermeiden, wurde der Balken E E von unten her gegen

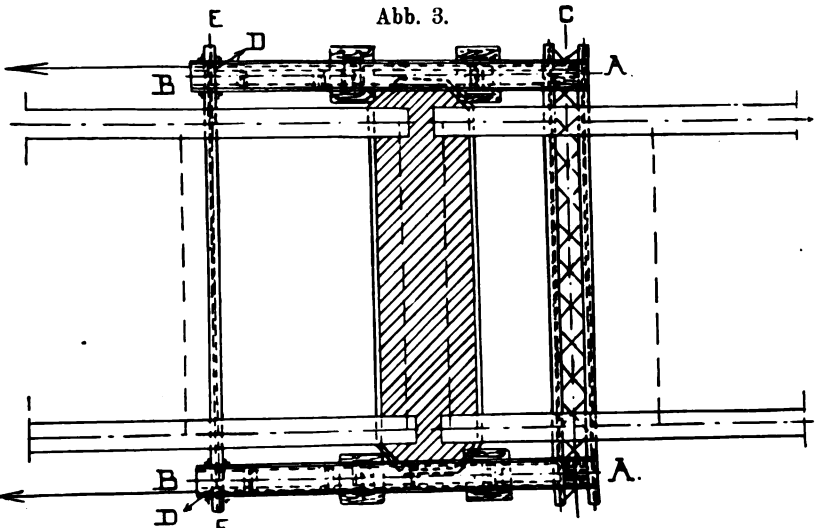


Abb. 3.

Abb. 4.




die nächstliegende Brücke gestützt und daran das Ende B des Tragbalkens A B befestigt.

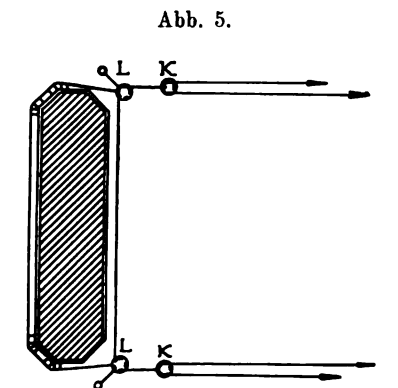
Hierauf wurden die neuen Brückenträger, je zwei zugleich, auf Wagen über die auszuwechselnden Träger gefahren (Abb. 4). Dort wurden sie mit Hebeböcken von den Wagen gehoben und auf hölzerne Futterstücke F auf die alte Brücke herabgelassen siehe Abb. 1 und 2.

Durch Anziehen der Stahlkabel auf den Winden wurde nun die alte Brücke, zugleich mit den zwei neuen, etwa 2 cm von den Auflagern abgehoben. Unmittelbar darauf wurden die Enden der alten Brücke nach der Linie G H (siehe Abb. 2) mit dem Azetylensauerstoff-Brenner abgeschnitten. Mit dieser Arbeit waren 16 Mann betraut. Auffällig war, dafs diese 16 Mann die Enden einmal in 40 Minuten abschnitten, während sie 21 Tage später für dieselbe Arbeit 1 Stunde 35 Minuten brauchten.

Nachdem die Enden der alten Brücke beseitigt waren, liefs man die Winden langsam nach, wodurch die alte, mit den zwei neuen Brückenkonstruktionen belastete Brücke zwischen die Pfeiler sank. Die neuen Brücken kamen dabei mit den Innenhauptträgern auf die vorher gesetzten Auflager P und Q zu ruhen, während die Aufsenhauptträger dieser Brücken auf einstweilige Auflager R gesetzt wurden (Abb. 1).

An den vier Eckpunkten der alten Brücke waren Mefslatten angebracht, mit denen man bei dem Niederlassen der Brücke überwachte, dafs sich alle Ecken regelmäfsig und gleichmäfsig senkten. Obwohl hierdurch ziemlich grofse Sicherheit bestand, dafs jede

Abb. 5.

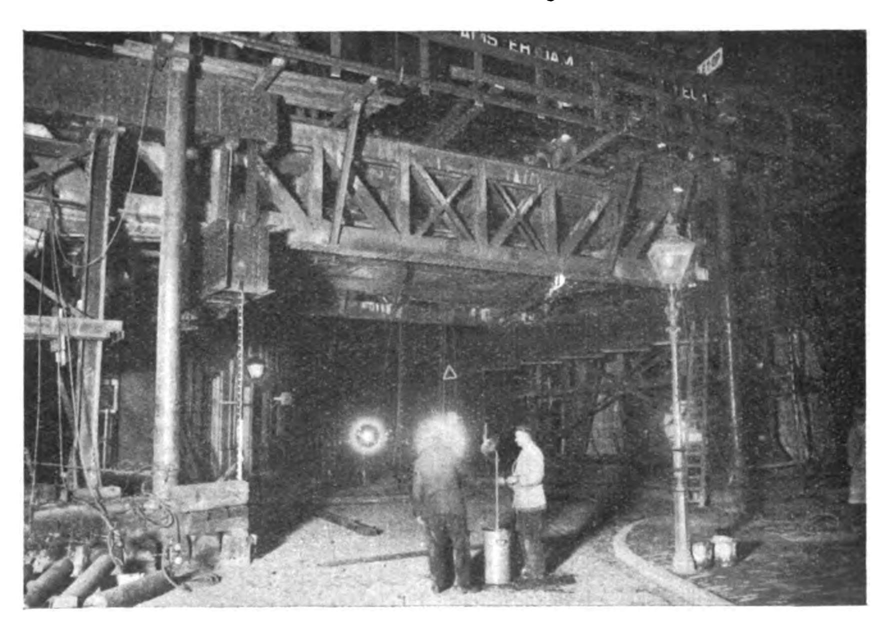



Winde ungefähr gleich schwer belastet wurde, liefs man doch zur Sicherung des Ausgleichs das ziehende Trum über eine Scheibe K laufen, die an einem Kabel K L L K befestigt war, das sich um die Scheibe L frei bewegen konnte (Abb. 5).

Zwei der neuen Brücken waren 16 m, zwei 26 m und die sechs übrigen 28 m lang. Ihr Eigengewicht betrug je nach der Spannweite 40, 60 und 64 t. Die gröfste Belastung auf dem Balken CC betrug 120 t.

In das ziehende Trum des Flaschenzugs kam bei dem Wegbrennen der Trägerenden eine gröfste Belastung von etwa 7 t, während die Winden für eine Tragkraft von 10 t bemessen waren. Beim Aufwinden betrug die Spannung in dem ziehenden Seil noch keine 4 t. Der Ersatz jeder Brücke erfolgte jedesmal in einer Nacht von Sonntag auf Montag, weil die Bahnstrecke zu anderen Zeiten nicht aufser Betrieb gesetzt werden konnte.

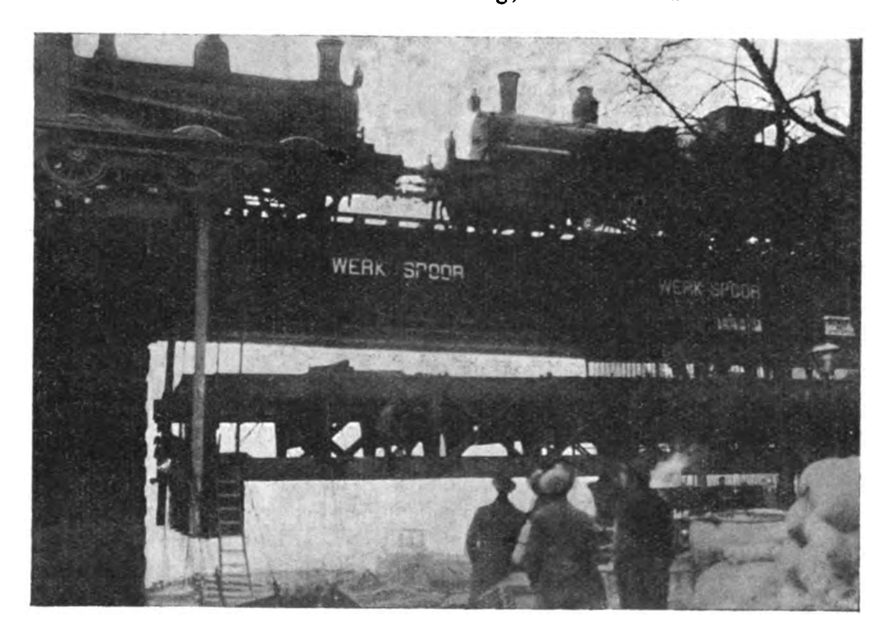
Abb. 6. Alte Brücke mit abgeschnittenen Enden.



Neun Minuten nach der Überfahrt des letzten Zuges über das erste Gleis waren die Wagen mit der ersten Ersatzbrücke beladen zur Stelle. 50 Minuten später lag diese Brücke auf den Auflagern F.

Der letzte Zug über das andere Gleis fuhr 60 Minuten später durch als der über das erste Gleis. Die zweite Brücke lag 70 Minuten später auf den Auflagern F.

Abb. 7. Neue Brücke fertig; alte im Abbau.




Hierauf wurden die Hebeböcke entfernt, so dafs 165 Minuten nach dem Beginn der Arbeiten die alte Brücke mit den zwei neuen beschwert von ihrem Auflager gehoben war. Sofort begann man mit dem Abtrennen der Auflagerenden der alten Brücke nach der Linie GH (Abb. 2). Das Ablassen der Winden dauerte 50 bis 60 Minuten. 5 Minuten später standen die Innenhauptträger der einen Brücke auf den Auflagern P und noch 5 Minuten später die Innenhauptträger der anderen Brücke auf den Auflagern Q (Abb. 1), während gleichzeitig die Aufsenhauptträger auf die einstweiligen Auflager R abgesetzt wurden.

Das Anschliefsen der Schienen dauerte 20 Minuten, so dafs rund 6 Stunden nach dem Beginn der Arbeiten die Züge die neuen Brücken befahren konnten.

Die Arbeiten begannen um 10 Uhr 50 abends. Die Brücken waren befahrbar 5 Uhr 15 vormittags. Der erste Zug war 5 Uhr 35 vormittags fällig.

Besonders glatt verliefen die Arbeiten an der zweiten Brücke. Die Gleise waren da in beiden Richtungen schon 4 Uhr 50 vormittags befahrbar.

Die Art, wie die einstweiligen Auflager unter den Aufsenhauptträgern ersetzt wurden, erachte ich für genügend bekannt, als dafs ich mich darüber noch verbreiten müfste.

Die Kosten der ganzen Arbeit haben fl. 179875.— betragen.

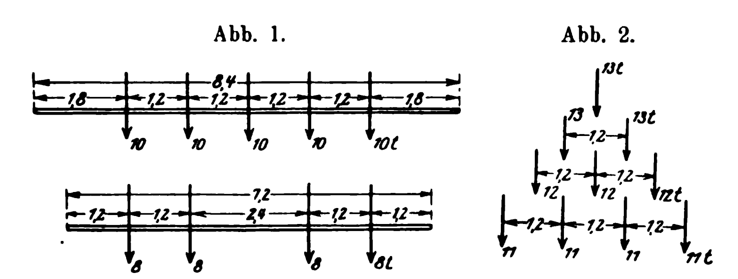
Die Abb. 6 und 7 zeigen den Zustand bei und nach dem Aufräumen. In Abb. 7 ist die Lage eine Stunde nach der Auswechslung dargestellt; die alte Brücke ruht noch auf den Balken CC, ihre Zerlegung ist bereits in vollem Gange. Die alte Brücke war, nachdem sie am Sonntag abend noch befahren worden war, am darauffolgenden Mittwoch mittag 5 Uhr nicht nur völlig abgebrochen, sondern auch im grofsen und ganzen abgefahren.

## Die Brücken der Kolonialbahnen.

Von Prof. F. Baltzer, Geh. Oberbaurat a. D.

Hierzu Abb. 4 bis 6 auf Tafel 8 und Abb. 11 und 12 auf Tafel 9.

Die Herstellung von Brücken mit eisernen Überbauten für die afrikanischen Kolonialeisenbahnen war in unseren ehemaligen Schutzgebieten durch besondere Vorschriften für das Entwerfen dieser Bauwerke (Berlin 1908, Verlag von Wilh. Ernst & Sohn) geregelt. Hinsichtlich der Tragfähigkeit der Bauwerke war durch die Kolonialeisenbahn- Bau- und Betriebsordnung vom 15. Juli 1912 — in Wirkung seit dem 1. Januar 1913 — der der Berechnung zugrunde zu legende Lastenzug aus Lokomotiven und Wagen festgesetzt, und zwar war durch § 16,1 vorgeschrieben, dafs Brücken (und Gleise), die von Lokomotiven befahren werden, bei Meter- und Kapspur 1,067 m) Fahrzeuge von 3,5, bei Feldspur (0,60 m) von 2,5 t Raddruck, im Stillstand gemessen, mit Sicherheit aufnehmen können; und durch § 16,3, dafs die Tragfähigkeit neuer und zu erneuernder Brücken für folgende Verkehrslasten zu bemessen ist: es ist ein Zug aus 2 Lokomotiven mit einer unbeschränkten Anzahl einseitig angehängter Tender oder Wagen mit folgenden Radständen und Achsbelastungen anzunehmen.




Bei der Berechnung kleiner Brücken und der Quer- und Schwellenträger sind, soweit sich hierdurch gröfsere Beanspruchungen ergeben als durch die oben gezeichneten Lasten, folgende Belastungen anzunehmen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Achse | mit | 13 t Belastung |
| 2 | Achsen | » je | 13 t » |
| 3 | » | » » | 12 t » |
| 4 | » | » » | 11 t » |

Bezüglich der Stützweiten war vorgeschrieben, dafs sie bis zu 30 m nach Möglichkeit auf volle Meter, darüber hinaus auf eine gerade Zahl von Metern abzurunden sind, um die Wiederverwendung ausgeführter Entwürfe zu erleichtern. Bis zu 20 m Stützweite war der vollwandige Träger und bis zu 12 m Lichtweite eine Bauweise mit Walzträgern einbetoniert oder mit Betonkappen üblich, wobei das Schotterbett für das Gleis durchgeführt wurde. Bei den kleineren Bauwerken war der Anwendung von eisenbewehrtem Beton, selbstverständlich unter Bestellung sachverständiger Aufsicht, ein weites Feld geöffnet, weil hierbei die oft schwierige Beschaffung von Ziegel- und Werksteinen entfiel, während die Zementfässer und Eisenteile sich leicht als Trägerlasten an jede einzelne Baustelle heranschaffen lassen. Bei den Betonbauten läfst sich auch zu Nutzen der Streckenunterhaltung die Gleisbettung leicht ununterbrochen durchführen.

Bei der Entwurfsgestaltung und Bauausführung war an die Spitze zu stellen, dafs künftige Unterhaltungsarbeiten möglichst vermieden werden, da sie in den Tropen bei dem Mangel an geeigneten Arbeitskräften meist sehr kostspielig werden.

Bei der Ausbildung der eisernen Überbauten in den Einzelheiten gelten auch für die Tropen im allgemeinen die heimischen Regeln; dabei ist indes auf die starke Rostbildung, besonders in den feuchten Küstengebieten, erhöhte

Rücksicht zu nehmen; Eisenstärken der Bauteile unter 10 mm sollen deshalb grundsätzlich vermieden werden.

Als Grenze der Wärmeschwankungen waren in den Tropenkolonien + 10° C und + 70° C, für Deutsch-Südwest — 10° C und + 60° C vorgeschrieben.

Alle baulichen Anordnungen müssen darauf abzielen, dafs der Umfang der Arbeiten des Zusammenbauens auf der Baustelle möglichst eingeschränkt wird. Da die Schwarzen im allgemeinen des Nietens unkundig und wegen mangelnder Muskelkräfte in den Armen meist unfähig sind, es zu erlernen, so wird man zur Nietarbeit durch Weifse greifen müssen, was sehr kostspielig wird, oder auch vorteilhaft von mechanischer (Druckluft-) Nietung Gebrauch machen. Die Vernietung durch Verschraubung zu ersetzen, ist nicht unbedenklich, da hierbei die Gefahr des Losewerdens der Verbindungen besteht, auch wenn auf ein Verzwicken der Schrauben nach dem Anziehen gehalten wird.

Wegen der Verfrachtung über See empfiehlt es sich, alle zusammengehörigen Bauteile in sorgfältiger Weise zu bezeichnen, so dafs Verwechslungen auf der Baustelle ausgeschlossen sind. Um ein Verbiegen und Einknicken schwächerer Teile während der Seebeförderung zu verhüten, sind besondere einstweilige Versteifungen aus Holz anzubringen.

Für gröfsere Überbauten ist der vollständige Zusammenbau des ganzen Tragwerks auf dem heimischem Hüttenwerk zu fordern, denn nur hierbei kann die Güte der Arbeit und das richtige Zusammenpassen aller Teile zuverlässig geprüft und erkannt werden.

Für den Endabschlufs der Fahrbahn gegen die Gleisbettung wurde eine Anordnung nach Abb. 4, Taf. 8 aus eisenbewehrtem Beton hergestellt, vielfach mit Erfolg angewendet; äufsere Eisenteile sind dabei vermieden. Der Betonkörper wird mit dem darunter befindlichen Mauerwerk durch Verzahnung oder eingelassene Stifte verbunden. Zum Schutz des Abschlusses gegen Beschädigungen beim Stopfen des Gleises werden quer darüber Flacheisen, 75 × 12 mm stark, an die Fahrschienen geklemmt.

Für das Entwerfen der eisernen Überbauten war, wie in der Heimat, die weitestgehende Verwendung bewährter, zu wiederholter Anwendung geeigneter Entwürfe vorgeschrieben. Bei unseren staatlichen Kolonialbahnverwaltungen waren daher Musterentwürfe für die Stützweiten von 4 bis 20 m für die geraden Zahlen der Stützweiten bei oben liegender, und für die Stützweiten von 10, 14 und 18 m bei unten liegender Fahrbahn eingeführt. Die Fahrbahn zwischen den Fahrschienen wurde meist mit Riffelblech abgedeckt, um die hölzernen Brückenschwellen vor Flugfeuer und Funken aus dem Aschenkasten der Lokomotiven zu schützen.

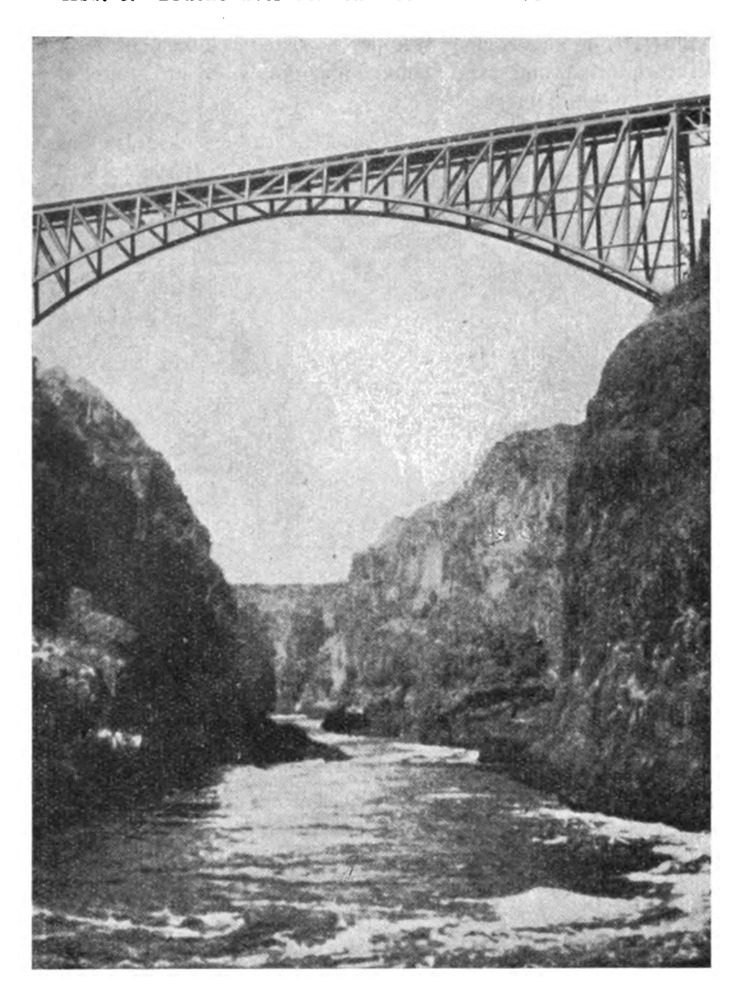
Ein Beispiel eines Betondurchlasses von 5 m Lichtweite vom Bau der Tanganjikabahn zeigt die Abb. 11, Taf. 9.

Um den raschen Fortschritt im Streckenvorbau, der bei Kolonialbahnen meist besonders wichtig ist, nicht aufzuhalten, werden an den Brückenbaustellen häufig Umfahrungen mittels vorläufiger Behelfsbauten aus Holz notwendig, die in Benutzung bleiben, bis das endgültige Bauwerk betriebsfähig vollendet ist.

Auch im kolonialen Brückenbau ist es vorwiegend der Eisenbahnbau, der die Technik von jeher vor besonders schwierige und grofse Aufgaben gestellt hat. In dieser Beziehung sind als hervorragende Beispiele von Brückenbauten afrikanischer Kolonialbahnen zu nennen:

1. Die Atbarabrücke südlich Berber, bemerkenswert wegen der Schnelligkeit ihrer Herstellung.
2. Die Brücke über den Sambesi an den Viktoriafällen, als die höchste Strombrücke der Welt, im freien Vorbau ohne festes Gerüst ausgeführt.
3. Die Bogenbrücke über den Sanaga-Südarm im Zuge der Kameruner Mittellandbahn als die weitestgespannte Brücke von Afrika.

Abb. 3. Brücke über den Sambesi bei den Viktoriafällen.



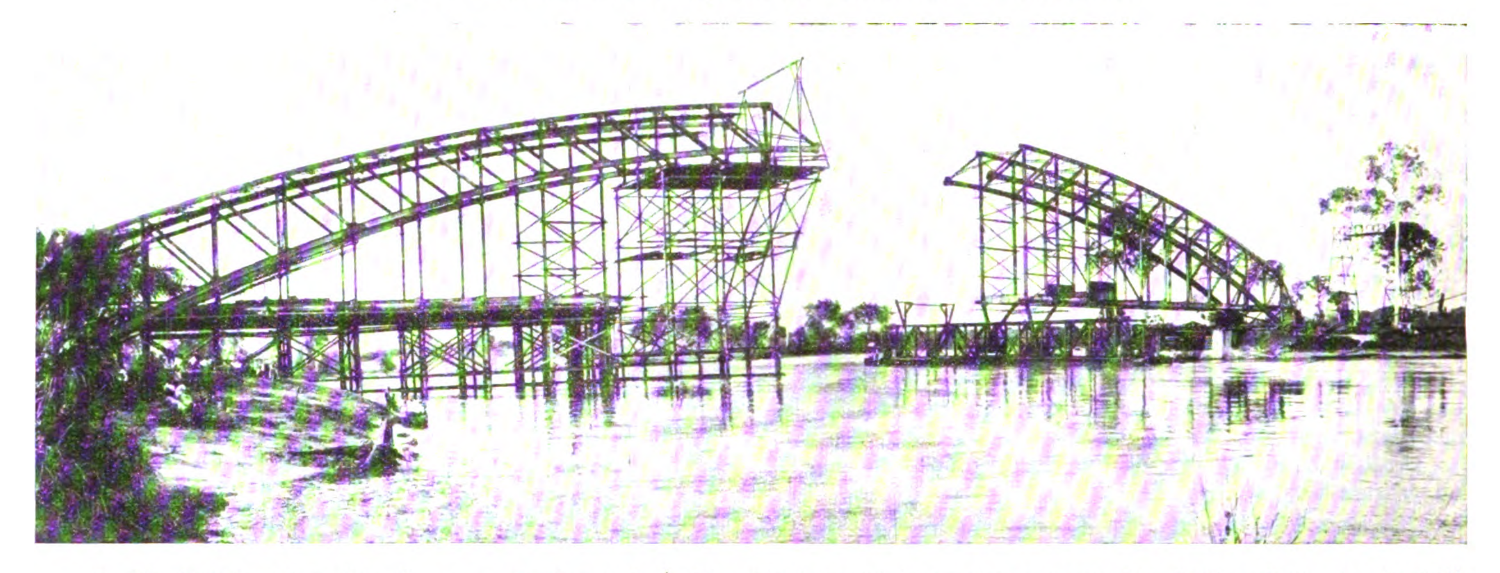
1. Die Brücke über den Atbara, den Nebenflufs des weifsen Nils, der oberhalb Berber in diesen mündet, liegt im Zuge der Sudanbahn, die Kitchener von 1897 bis 1900 zur Unterstützung seines Vormarsches auf Khartum mit grofser Beschleunigung herstellte. Bei der Bauausführung dieser strategischen Bahn war die schleunige Überbrückung des Atbara für den Fortgang des Bahnbaues von besonderer Bedeutung. Der Strom, der in der Trockenzeit oft fast ganz austrocknet, hat in der Regenzeit eine Breite von 340 m. Die Brücke besteht aus sieben Öffnungen, die durch eiserne Fachwerkträger von 44,8 m Stützweite überspannt werden. Die Pfeiler bestehen aus je zwei gegeneinander verstrebten Betonzylindern mit eiserner Ummantelung. Die Ausführung des Baues durch die Pencoyd-Eisenwerke bei Philadelphia erregte s. Zt. grofses Aufsehen, weil das amerikanische Werk nicht nur die Preise der englischen Brückenbauanstalten erheblich unterbot — 10 £ $13^1/_2$ sh gegen 15 £ 15 sh die Tonne, — sondern auch wesentlich kürzere Lieferfristen — 14 statt 26 Wochen — verlangte und einhielt. Von der ersten drahtlichen Anfrage beim Werk — 7. 1. 1899 — bis zur Vollendung der ganzen Brücke — 19. 8. 1899 — lagen nur $7^1/_2$ Monate. Das Eisenwerk wurde ohne festes Gerüst zusammengebaut.

2. Die Brücke über den Sambesi (Textabb. 3 und Abb. 5, Taf. 8) unterhalb der berühmten Viktoriafälle, im Zuge der Eisenbahn Kapstadt-Brokenhill, im April 1905 vollendet, besteht aus einem Stahlfachwerkbogen von 152,4 m Spannung mit

beiderseits anschliefsenden Fachwerkbrücken von 26,27 und 19 m Weite. Der doppelgleisige Überbau wurde über die tiefeingerissene Felsschlucht von beiden Ufern aus ohne festes Gerüst Kragträgerartig vorgebaut. Die Fahrbahn liegt 135 m über dem Strom und die Brücke ist daher die höchste Strombrücke der Welt. (Bei der Müngstener Brücke liegt die Fahrbahn 107 m über der Wupper). Die Brücke ist mit den Viktoriafällen und ihrer Umgebung eine der gröfsten Sehenswürdigkeiten Afrikas.

Scheitelgelenk (im Untergurt) des Bogens wurde nach beendetem Zusammenbau der Bogenhälften fest vernietet. Die eine Bogenhälfte wurde auf einem festen Pfahlgerüst zusammengebaut, die andere auf dem Lande vorbereitet und in bemerkenswerter Weise, durch Einschwimmen mittels Prahm, unter Benutzung der Kraft des Stroms, an Ort und Stelle gebracht (Textabb. 4). Die Ausführung des Baues im Gewicht von 963 t Eisen mit schwarzen Arbeitskräften stellte der Brückenbauanstalt — Gutehoffnungshütte Oberhausen — ein glänzendes Zeugnis aus. Die

Abb. 4. Brücke über den Sanaga-Südarm während des Einschwimmens.



3. Die Brücke über den Sanaga-Südarm bei Edea (Abb. 6, Taf. 8 und Abb. 12, Taf. 9) im Zuge der staatlichen Kameruner Mittellandbahn wurde unter der deutschen Herrschaft im November 1911 vollendet. Der Strom ist an der Kreuzungsstelle etwa 160 m breit und bei Hochwasser 26 m tief. Die Anordnung von Strompfeilern war wegen der starken Strömung und der Veränderlichkeit des Flufsbettes ausgeschlossen; man wählte daher als Überbau einen Stahlbogen aus Fachwerk von 159,6 m Weite, der mit seinen Kämpfergelenken in den Felsen am Ufer sein Widerlager findet. Das Brücke ist die weitestgespannte in Afrika, denn sie übertrifft die Mittelöffnung der Sambesi-Brücke noch um 7,20 m (Abb. 5, Taf. 8). Mit ihren gewaltigen Abmessungen und äufserst schlanken Linien ist sie in der tropischen Landschaft von ausgezeichneter Wirkung.

Die deutsche Technik kann also auch auf dem Gebiete des Brückenbaues mit Genugtuung auf ihre Leistungen in unseren ehemaligen Kolonien zurückblicken und braucht in dieser Beziehung den Vergleich mit unsern Gegnern im Weltkriege keinenfalls zu scheuen.

## Kriegsbrücken und Notbrücken.

Von Dr. Ing. **Bloss**, Dresden.

Für einen plötzlich auftretenden Bedarf kann man entweder vorbereitete Behelfsbrücken vorrätig halten oder sich auf den Bau reiner Notbrücken einstellen.

Für den Kriegsfall hatten alle am Weltkriege beteiligten Grofsmächte vorbereitete Kriegsbrücken entworfen und beschafft*).

England trat mit der Inglisbrücke auf den Plan, deren röhrenförmige Fachwerkstäbe 6 bis 15 cm Durchmesser hielten und 50 bis 200 kg schwer waren. Stahlbüchsen bildeten die Knotenpunkte. Eine 30 m weite Brücke konnte von 80 Mann in 24 Stunden aufgestellt werden. Solche Brücken baute England im Kriege 40 Stück. Weitere Brücken wurden nach der Bauart Hopkins hergestellt; bei dieser wiesen die Einzelteile Gewichte bis 500 kg auf.

Frankreich scheint sich auf dem Gebiete des Kriegsbrückenbaues sehr lebhaft betätigt zu haben. Schon seit 1886 besafs es Träger der Bauart Marcille in 4 Spannweiten von 10 bis 35 m. Die Bauart Henry verwendet für alle Spannweiten Stäbe von nicht über 600 kg Gewicht. Die Bauart Eiffel war gekennzeichnet durch dreieckförmige, übereinandergreifende Einzelglieder; sie konnte durch Überschieben ohne Gerüste aufgestellt werden. Auch das italienische und das russische Heer verwendete die Bauart Eiffel. Übrigens wurden alle diese Brücken schon im Friedensbetrieb erprobt und hatten sich bewährt. Mehrere km Kriegsbrücken für Spannweiten bis

Abb. 1. Narewbrücke in Novo-Georgiewsk.



50 m wurden in der Bauart Pigeaud erstellt. Die Bauart Bonet-Schneider ist nicht in einzelne Stäbe zerlegt sondern,

*) Vergl. Schweizerische Bauzeitung, Band 81, Seite 114.

auf die Anfuhr mittels Eisenbahn zugeschnitten; sie besitzt grofse Brückenabschnitte mit fertiger Fahrbahn. Eine Brücke mit 47 m Spannweite konnte binnen 52 Stunden nach Ankunft des Brückenzuges durch Überschieben aufgestellt werden.

Österreich hatte schon 1890 die Kohnsche Bauart eingeführt, dessen Teile alle wendbar, vertauschbar und tragbar waren; nur die Querträger wogen ungefähr 550 kg. Die Aufstellung einer 30 m weiten Öffnung im Freivorbau erforderte 24 Stunden. Für gröfsere Spannweiten von 45 bis 110 m und für Pfeilerbauten bis 60 m Höhe wurde die aus 150 tragbaren Einzelteilen bestehende Bauart Roth-Wagner verwendet. Beide Bauarten haben sich vor dem Kriege und dann im Kriege selbst ausgezeichnet bewährt.

Deutschland hatte zwei Arten von Kriegsbrücken bereit gestellt, beide nur im Übungsbetriebe der Eisenbahntruppen durchgebildet. Ein Zusammenarbeiten mit der Eisenbahnverwaltung und eine Erprobung im Friedensbetriebe scheint leider nicht stattgefunden zu haben. Die Bauart Schulz, aus Holz und Eisen zusammengesetzt, wurde nur wenig verwendet. Dagegen wurde die Lübbecke-Brücke öfters ausgeführt*). Sie wies 33 Einzelteile auf, deren schwerster 600 kg wog. Je nach der Beanspruchung wurden z-förmige, sehr genau bearbeitete, 2 m lange Stäbe bis zu 30 Stück auf Gelenkbolzen aufgereiht. Die Regelstäbe wurden zu einem Dreiecksnetz vereinigt, das auch in mehreren Stockwerken übereinander angeordnet werden konnte. Je nach der Zahl der Stockwerke konnten Spannweiten bis 106 m beherrscht werden. Die Lübbecke-Brücke war sowohl auf den Zusammenbau von Gerüsten aus eingerichtet, wie auch auf den freien Vorbau mit Überschieben. In diesem Falle wurde zunächst am Widerlager ein »Ballast-Träger« ausgelegt, der nach dem Zusammenschlufs wieder abgebaut wurde; seine Einzelteile wurden zur Verstärkung in die Hauptbrücke eingebaut. Leider hatte die Lübbecke-Brücke einen grofsen betrieblichen Nachteil. Da sie sehr teuer war, hatte man ihr eine zu geringe Breite gegeben, so dafs die Hauptträger in die Umgrenzung des lichten Raumes einragten und die Gefahr von Unfällen beim Herausbeugen aus dem Wagen sehr grofs war. Ihrer umfangreicheren Verwendung stand ferner im Wege, dafs der immerhin verwickelte Aufbau bei den Leitenden und den Ausführenden eine besondere Ausbildung vorraussetzte. Solche Männer waren gewöhnlich nur wenige vorhanden und so entschlofs man sich eigentlich nur dort zum Bau einer Lübbecke-Brücke, wo geeigneter Rammgrund fehlte und daher mit den einfachen Mitteln des Feldheeres nicht auszukommen war. Auch ein Fachwerkträger mit Einheitsfeldern, die mit Gelenkbolzen verbunden wurden, ist während des Krieges aufgetaucht; er ist jedoch nicht in die Hände der Truppen gekommen und hat daher nur wenig Verbreitung erlangt.

Nach dem Grundsatze, dafs im Kriege nur Einfaches Erfolg verspricht, hatten sich die deutschen Eisenbahn-Bautruppen vorzüglich darauf eingerichtet auch die umfangreichsten Brückenbauten in kleinen Spannweiten herzustellen. Die Träger dieses Vorgehens waren bei jeder Eisenbahn-Baukompagnie der Rammtrupp, der Zimmermannstrupp und der Schmiedetrupp, das Gerät dazu die Handramme mit 30 Mann Bedienung, ferner ein feldmäfsiges Zimmerer- und ein Schmiedegerät. Für Feldweiten bis zu 4 m wurden bei dem damaligen Lastenzuge vielfach Holzträger mit Sattelhölzern verwendet, die (zumal in Rufsland) meistens in nahen Wäldern gewonnen und geschnitten wurden. Selbst mit Schienenbündeln hat man sich vielfach vorübergehend geholfen. Bis 7 m Weite der Einzelöffnung war mit zwei breitflanschigen T-Trägern des stärksten

Abb. 2. Feldbahnbrücke in Mazedonien.

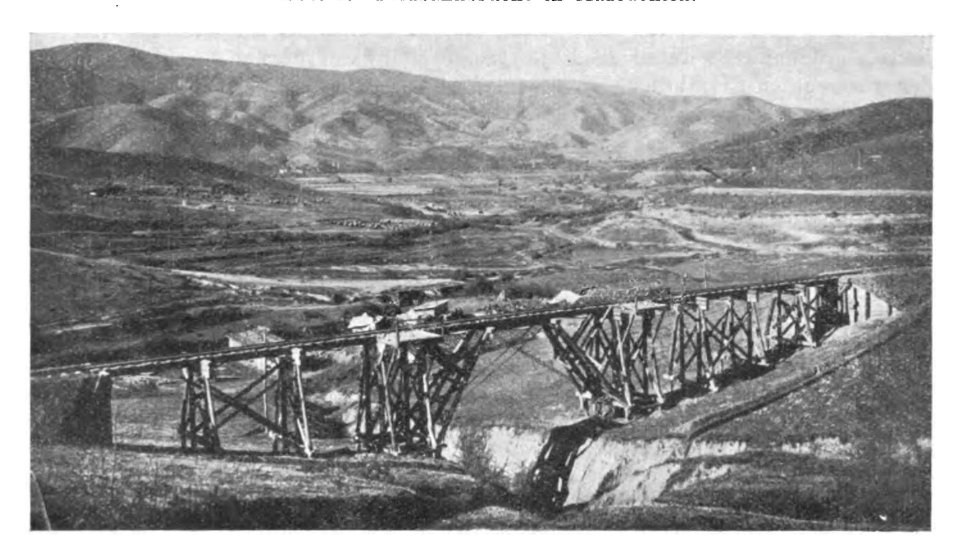
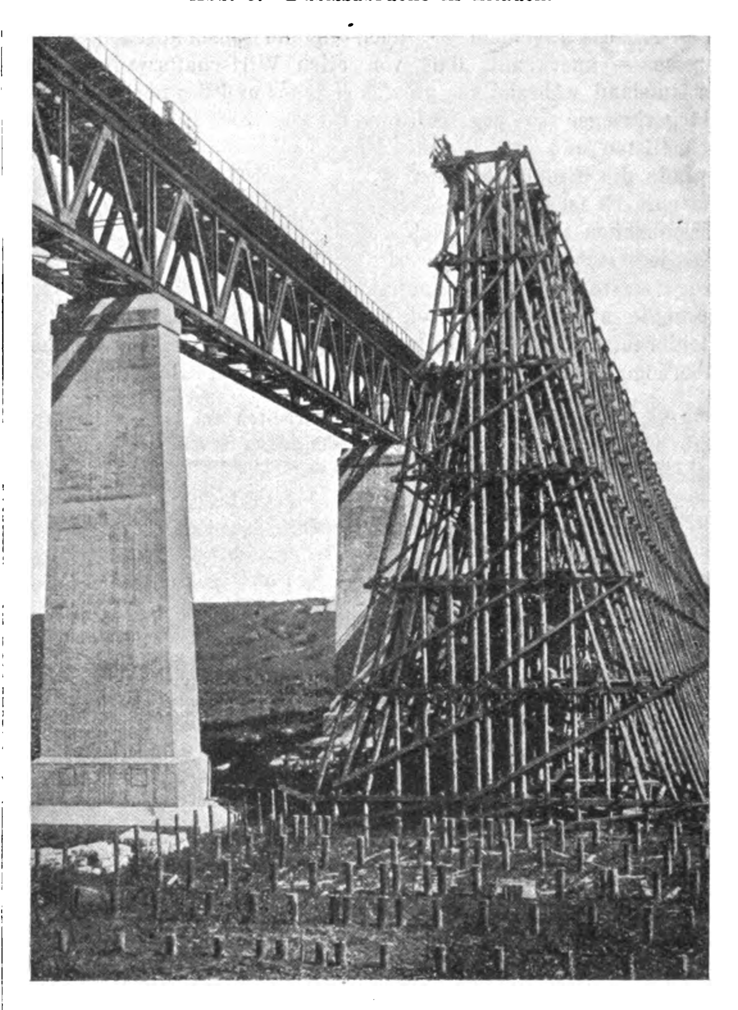


Abb. 3. Dubissabrücke in Litauen.



Querschnittes auszukommen, und mit den während des Krieges gewalzten Breitflanschträgern von 100 cm Höhe waren sogar Spannweiten bis zu 10 m mit zwei einfachen Trägern möglich. Selbstverständlich wurden oft Spannweiten von 10 m und mehr überbrückt, indem man mehrere Walzträger unter jeder Schiene an-

*) Vergl. F. Bethke, Vorbereitete Kriegsbrücken. Zeitung des V. d. E. V. 1919, S. 1051.

ordnete. Mit diesen einfachen Mitteln wurden Bauwerke erstellt, die nach Brauchbarkeit, Zuverlässigkeit und Schnelligkeit der Herstellung allen Anforderungen völlig entsprachen. Abb. 1 zeigt als Beispiel eines solchen Bauwerkes die Narewbrücke in Novo-Georgiewsk, 320 m lang, 8 m über dem Wasserspiegel hoch. Die Feldweite war 10 m, die Standweite der Jochpfeiler 3,0 m. Die Bauzeit betrug vom ersten Rammenschlag bis zur Betriebseröffnung 18 Tage. Im Hintergrunde sind die Trümmer der gesprengten Eisenbrücke zu sehen. Zur Verdoppelung der Spannweiten wurden vielfach Sprengewerke angewendet (Abb 2). Jedoch galt diese Bauart als Ausnahme, weil viele den auftretenden Horizontalschub scheuten. Das hervorstechendste Beispiel, welch denkwürdige Leistungen mit den einfachen Mitteln des Feldheeres erreicht wurden, ist die Dubissabrücke in Litauen im Zuge der Bahn Libau-Wilna. Sie überschritt das 700 m weite Tal in einer Höhe bis zu 40 m. Im Jahre 1915 gebaut, hat sie immerhin bis 1917 ihrer Bestimmung genügt, dann wurde sie durch eine Eisenbrücke abgelöst. Abb. 3 zeigt die neue Brücke fertig, die hölzerne Kriegsbrücke im Abbruch. Zu der Kriegsbrücke waren rund 7000 cbm Holz nötig gewesen, die Rammpfähle hatten vielfach Rammtiefen von 11 bis 12 m erfordert, ehe die volle Tragfähigkeit erreicht war. Dafs das deutsche Kriegseisenbahnwesen mit diesen einfachen Bauten auskam, erklärt sich teilweise daraus, dafs zugleich mit dem Bau der Notbrücken oder bald danach die Herstellung einer friedensmäfsigen Brücke überall dort begonnen wurde, wo nicht mehr mit den Wechselfällen des Krieges zu rechnen war. Auch die Hebung gesprengter Brücken wurde an vielen Stellen mit Erfolg durchgeführt, und zwar sowohl von Eisenbahnbautruppen wie von Brückenbaufirmen. So haben die deutschen Brückenbauanstalten eine grofse Zahl von Brücken der verschiedensten Arten im Kriegsgebiete wieder hergestellt, und Heimat und Heer arbeiteten Hand in Hand.

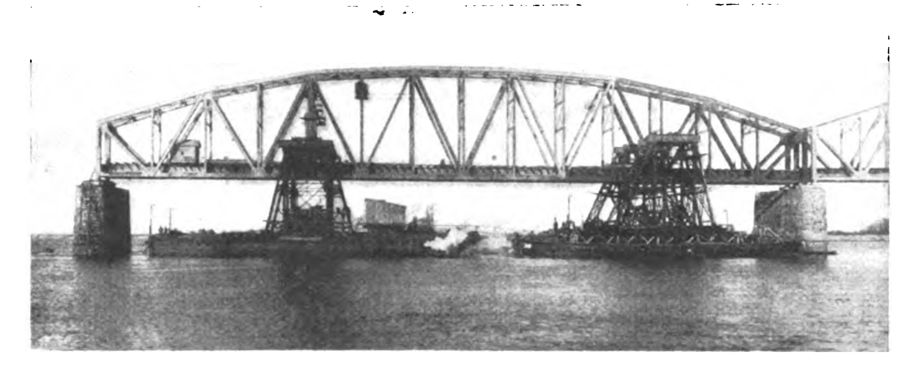
Bei der Lage, in der sich Deutschland befindet, könnte eine solche Rückschau leicht als eine Erinnerung aufgefafst werden, der nur geschichtlicher Wert zukommt. Dem ist jedoch nicht so. Hat doch auch der schweizerische Ingenieurverein beschlossen, die vorbereiteten Behelfsbrücken als einen Teil der wirtschaftlichen Rüstung des Landes aufzufassen und ihn in diesem Sinne zu ergänzen. Sie können auch in Friedenszeiten nützlich werden, und zwar für Bauzwecke, besonders für Umbauten und als Gerüste, ebenso für die rasche Wiederherstellung von Bauten, die durch Naturereignisse zerstört wurden. In diesem Sinne mufs man auch für Deutschland wünschen, dafs die Erfahrungen des Krieges lebendig erhalten werden.

## Beförderung eines Brückenträgers über eine Flufsstrecke von 300 km.

Von **J. W. Rudy**, Bevollmächtigter des Russischen Volkskommissariats für Verkehrswesen im Ausland.

Es ist allgemein — auch in der ausländischen Fachpresse — anerkannt, dafs von allen Wirtschaftszweigen, die in Rufsland während des grossen Krieges und des nachfolgenden Bürgerkrieges so arg gelitten haben, die Eisenbahnen am schnellsten und gründlichsten wiederhergestellt wurden, obwohl gerade die Eisenbahnen am meisten in Mitleidenschaft gezogen waren. Es ist zu berücksichtigen, dass ca. 77 % der russischen Eisenbahnen in den Bereich des Bürgerkrieges gezogen waren, dafs jede sich verteidigende oder abziehende Armee die Zufahrtswege zerstörte, Schienen aufrifs, Bahnhofsbauten und Brücken sprengte und Betriebsmittel unbrauchbar machte. Die jetzige Regierung hat die Eisenbahnen in unsäglich kläglichem Zustande übernommen. Es waren mehr als 50000 km Gleis unfahrbar, über 3000 Brücken, etwa 40 % Bauten und rund $^2/_3$ des Bestandes an Lokomotiven und Wagen zerstört. Die russischen Eisenbahnen hatten etwa 50 % ihres Grundkapitals eingebüfst.

Abb. 1. Gesamtansicht der Arbeiten am 11. November 1923.



Wenn jetzt die Züge fahrplanmäfsig verkehren, die Reisenden mit genügenden Bequemlichkeiten und ausreichender Sicherheit befördert werden und wenn die Güterbeförderung den Bedürfnissen des Landes genügt, so ist dieses der aufopfernden Arbeit der russischen Eisenbahn-Techniker und -Beamten zuzuschreiben, die unter den schwierigsten Verhältnissen und mit unzureichenden Mitteln diese wahrhaft herkulische Arbeit in verhältnismäfsig kurzer Zeit geleistet haben. Es wird noch Jahrzehnte dauern, bis das russische Eisenbahnwesen die frühere Höhe erreicht haben wird, doch waren nach zuverlässigen amtlichen Quellen bereits zu Ende 1923 viele Tausende Kilometer des Oberbaues instand gesetzt, rund 2000 Brücken fahrbar gemacht und die Zahl der ausbesserungsbedürftigen Lokomotiven auf 50, die der Wagen auf 22 % herabgedrückt.

Die russische Eisenbahntechnik konnte sich allerdings den Umstand zunutze machen, dafs durch die Revolution die Fesseln und Hemmschuhe der alten bürokratischen Ordnung beseitigt wurden und dafs hervorragenden Technikern die Möglichkeit gegeben war, ihre schöpferischen Gedanken zu entwickeln und zur Ausführung zu bringen. Als Kennbild hierzu diene die nachfolgende Beschreibung der Beförderung eines Brückenbogens auf dem Wasserwege.

Die erste Wiederaufbau-Organisation, deren Haupt der Eisenbahn-Ingenieur A. F. Endimionoff ist, wurde unter anderem mit der Aufgabe betraut, die zerstörte Brücke über den Dniepr bei Kiew abzubauen und drei der Brückenbogen von je 110 m Länge und im Gewichte von je 620 Tonnen für den Brückenbau über den Pripjat (Nebenflufs des Dniestr) bei Mosyr zu verwenden. Die Entfernung zwischen den beiden Bauten beträgt 300 km. Diese Aufgabe wurde glänzend gelöst. Die Kühnheit, Grofszügigkeit und die einfache zwingende Folgerichtigkeit der Lösung verdient allgemeine Anerkennung und Beachtung.

Der Abbau der Brückenbogen von den Pfeilern, die Abbeförderung über 300 km und der Aufbau auf die neuen Pfeiler erfolgte vermittelst besonders gebauter eiserner Schwimmgerüste (Abb. 1 bis 3).

Das Aufbringen des ersten Brückenbogens auf die Schwimmgerüste erforderte 4 Stunden, das Einschwenken der Schwimmgerüste mit den aufliegenden Brückenbogen in die Richtung des Flufslaufes dauerte 40 Minuten. Der Transport wurde von 5 Dampfern mit einer Gesamtleistung von 1010 $PS_i$ flufsaufwärts auf den Flüssen Dnepr und Pripjat über eine Strecke von 300 km in 13 Tagen bewältigt. Der

Aufbau der Brückenbogen in Mosyr dauerte 70 Stunden. Es mufs hierbei berücksichtigt werden, dafs die Arbeit im Spätherbst durchgeführt wurde und dafs die Abbeförderung unter den schwierigsten Verhältnissen vor sich ging. Es war gegen Wind von 14 m/Sekunde anzukämpfen, wodurch die Arbeit bei der Segelwirkung der hohen Aufbauten stark gehemmt wurde. Ferner hat der Pripjat viele scharfe Krümmungen und eine starke Strömung, die an manchen Stellen 1,1 m in der Sekunde beträgt, auch waren vielfach Sandbänke und seichte Stellen zu umschiffen, schliefslich wurde der Schleppzug durch Eisgang aufgehalten, wodurch die Karawane gezwungen war, für eine Woche im Winterhafen Schutz zu suchen. Die mittlere Reisegeschwindigkeit erreichte während der Fahrt 2,5 km in der Stunde. Sämtliche Hindernisse, die allerdings bei Beginn der Arbeit in Rechnung gezogen waren, wurden glatt überwunden, so dafs die 620 t schwere Ladung glücklich an ihrem Bestimmungsorte anlangte.

Diese Art der Beförderung erwies sich überaus wirtschaftlich und stellte sich einschliefslich der Kosten für die schwimmenden Stützen um 40 % niedriger als der übliche Weg, die Brückenteile in auseinandergebautem Zustande zu befördern mit nachfolgendem Zusammenbau. Bislang wurden Brückenbogen auf Schwimmgerüsten nur über ganz kurze Strecken im Bereich des eigentlichen Bauplatzes befördert und erst der geschilderte Versuch hat die Möglichkeit bewiesen, grofse Brückenbogen über lange Strecken zu befördern. Diese Art der Beförderung ist zu begrüssen, soweit es die örtlichen Verhältnisse zulassen. Es werden hierbei im Brückenbau Kosten und Zeit gespart, auch erfolgt der Zusammenbau der Brückenbogen auf dem Werke jedenfalls mit gröfserer technischer Vollkommenheit als an dem Aufstellungsorte.

Zu bemerken ist noch, dafs gelegentlich dieser Beförderung der Beweis erbracht wurde, dafs die gefürchteten Stromschnellen auf dem Dniepr, insbesondere die »Swonetzkie« und »Nenasytetzkie«, die wie der Name die »Unersättliche» besagt, bislang als nicht schiffbar galten, trotzdem überwindbar sind.

Abb. 2. Brückenbogen auf der Fahrt.

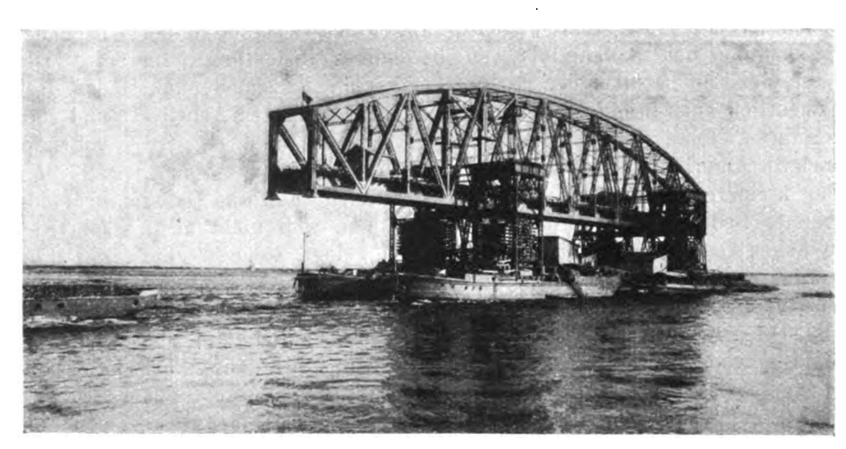
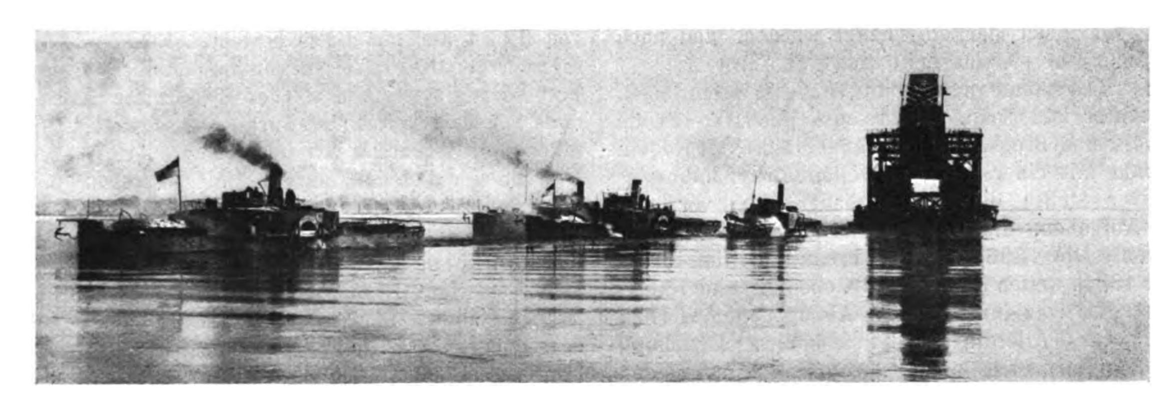


Abb. 3. Abschleppen des Brückenbogens mit Hilfe von vier Dampfern.



Für den vorderen Teil des Schwimmgerüstes wurden zwei eiserne Kähne gebraucht, die in Kiew nicht zu beschaffen waren. Solche Kähne waren in dem unteren Flufslauf des Dniepr vorhanden und wurden über die Stromschnellen mittelst Motorbooten (zwei von 60 PS und eines von 90 PS) geschleppt. Die wegen der Stromschnellen bisher nicht schiffbare Strecke hat eine Länge von 100 km und stellenweise eine Geschwindigkeit von 5 m/Sekunde.

## Amerikanischer Brückenbau.

Von Geh. Regierungsrat **Wernekke**, Berlin-Zehlendorf

### I. Grundsätzliches und Geschichtliches.

Der Brückenbau hat wie in der ganzen Welt so auch in den Vereinigten Staaten von Amerika in den letzten 50 Jahren ganz aufserordentliche Fortschritte gemacht. Nicht nur sind die theoretischen Grundlagen verbreitert worden, sondern es sind auch neue Formen für die Brücken gefunden worden. Was den Baustoff anbelangt, so hat man sich vom Holz, das in dem waldreichen Nordamerika im Überflufs vorhanden war, fast vollständig abgekehrt, und Flufseisen, bzw. Stahl und Beton sind jetzt geradezu die einzigen Baustoffe, die für dauernde gröfsere Brückenbauten noch in Frage kommen. Gufseisen als Baustoff für Brücken sei hier nur ganz nebenbei erwähnt, da es als vollständig überwunden angesehen werden kann.

Die Entwicklung der Eisenbahnen, deren zunehmenden Lasten und erhöhten Geschwindigkeiten haben ihren Einflufs auf den Brückenbau nicht verfehlt und ihn mächtig gefördert. Nachdem aber neuerdings das Eisenbahnnetz in der Hauptsache als ausgebaut angesehen werden kann, ist der Neubau von Eisenbahnbrücken wieder etwas in den Hintergrund getreten. Dafür hat der Bau von Strafsenbrücken, gefördert durch das Aufleben des Strafsenverkehrs infolge des Aufkommens und der Verbreitung des Kraftwagens, einen grofsen Aufschwung genommen. Strafsen- und Eisenbahnbrücken haben sich aber schon dadurch einander genähert, dafs die Strafsenbrücken, mindestens innerhalb der Städte und in ihrer Umgebung meist auch Strafsenbahngleise aufnehmen müssen, von den Grofsbauten, die sowohl Vollbahnen wie Strafsen, zuweilen nebeneinander, zuweilen in zwei Stockwerken übereinander liegend aufnehmen, gar nicht zu reden.

Mit der Einführung von Walzeisen als Baustoff hatte der Brückenbau einen neuen Anstofs erhalten. Europa und Amerika

gingen aber bei der Entwicklung getrennte Wege. In der alten Welt bevorzugte man den genieteten Fachwerkträger, in den Vereinigten Staaten die Ausbildung der Knotenpunkte als Bolzengelenke. Letztere Bauart hat namentlich für weitgespannte Brücken manche Vorzüge, und in Amerika waren häufig breite Ströme zu überbrücken. Brücken mit Bolzengelenken erfordern weniger Feldarbeit, können also schneller gebaut werden. Die dadurch erzielten Ersparnisse an Arbeitslöhnen und auch an Zinsen des Baukapitals waren gerade für Amerika mit seinen hohen Arbeitslöhnen und wegen gewisser Schwierigkeiten bei Beschaffung des Baukapitals von besonderer Bedeutung. Im Laufe der Zeit hat aber der Fachwerkträger mit Bolzengelenken, namentlich auch infolge von Vervollkommnungen in den Arbeitsverfahren, seine vorherrschende Stelle verloren, und er wird auch in Amerika nur noch für grofse Spannweiten angewendet. Für kleinere Spannweiten hat neuerdings auch Stein und Beton erhöhte Bedeutung im Brückenbau gewonnen, weil nicht mehr so hohes Gewicht auf niedrige Baukosten gelegt, sondern eine weiter ausschauende Bauwirtschaft getrieben wird, die der Verringerung der Unterhaltungsarbeiten mehr Wert beilegt.

Die erste Brücke in den Vereinigten Staaten, die aus Stahl gebaut wurde, war die Brücke über den Mississippi bei St. Louis, 1868 bis 1874 von Eads erbaut. Sie besteht aus drei Öffnungen mit bis 158 m weit gespannten Bogenfachwerkträgern ohne Gelenke, für deren röhrenförmige Gurte Tiegelgufsstahl verwendet worden war. Sie war ohne feste Gerüste erbaut worden, indem die einzelnen Teile von den Pfeilern vorgekragt und von oben her eingehängt wurden, und auch in dieser Beziehung war sie das erste Bauwerk ihrer Art.

Aus derselben Zeit stammt die 1870 bis 1883, im wesentlichen von Röbling Vater und Sohn, erbaute alte Eastriver-Brücke zwischen New York und Brooklyn, eine Hängebrücke mit Kabeln aus Flufsstahldraht mit einer 487,7 m weiten Mittelöffnung.

Der Eastriver stellte den Brückenbauer noch vor eine Anzahl weitere Aufgaben, die Gelegenheit boten, das höchste Können zu zeigen. Die 1896 bis 1903 erbaute Williamsburg-Brücke mit ihrer 488 m weiten Mittelöffnung, ebenfalls eine Kabelhängebrücke, ist ein trotz ihrer grofsen Abmessungen zierlich zu nennendes Bauwerk. Allerdings bildet sie in dieser Beziehung eine Ausnahme, wenn auch nicht die einzige unter den amerikanischen Brücken, deren Häfslichkeit zuweilen bis zum Grotesken geht. Hat die vorher genannte Brooklyn-Brücke durch ihre mächtigen, massigen Kabeltürme eins ihrer kennzeichnenden Merkmale erhalten, so sind bei der Williamsburgbrücke die mehr mastartigen Kabeltürme in aufgelöster Bauweise, unter der Fahrbahn und an der Spitze portalartig mit einander verbunden, besonders beachtenswert und ins Auge fallend.

Nicht weit von der alten Eastriver-Brücke liegt die 1910 fertiggestellte Manhattan-Brücke mit einer Mittelöffnung von 448,35 m und Seitenöffnungen von 221 m Weite, ebenfalls eine Kabelbrücke und wie die Williamsburg-Brücke mit aufgelösten eisernen Kabeltürmen. An den vier Kabeln, die in senkrechter Ebene liegen, hängen vier Versteifungsträger. Zwischen den beiden inneren verläuft eine Fahrstrafse, daneben liegen noch innerhalb der äufseren Versteifungsträger die Eisenbahngleise, im ganzen, auf zwei Stockwerke verteilt, acht an der Zahl, und aufserhalb der Träger sind die Fufswege ausgekragt. Der Berechnung der Gleise war eine Last von 11,8 und 8,9 t auf 1 m zugrunde gelegt, für die Fläche der Strafse und der Fahrwege war eine Belastung mit 366,5 kg auf 1 qm angenommen worden, eine Belastung, die in Wirklichkeit in ihrem vollen Ausmafs nicht eintreten kann.

Ein ganz anderes Trägernetz war für die Blackwell-Island-Brücke in New York, die 1903 bis 1908 erbaut wurde, gewählt, nämlich Auslegerträger. Bei ihnen fallen manche Bedenken betreffs der Steifigkeit weg, die bei Hängebrücken bestehen, dafür sind aber gewisse Schwierigkeiten bei Ausbildung der schwebenden Auflager in den Gelenken in Kauf zu nehmen. Die Blackwell-Island-Brücke beginnt in Brooklyn mit einer Öffnung von 139,55 m und überschreitet dann den Flufs mit einer Öffnung von 299,15 m; zwei Pfeiler in 191,50 m Abstand begrenzen weiter die Öffnung über der Insel, nach der die Brücke ihren Namen trägt; der Flufs wird dann nochmals mit einer Spannweite von 359,30 m überschritten, und endlich liegt über der Insel Manhattan noch eine Landöffnung von 142,7 m. Auch diese Brücke ist zweigeschossig; sie enthält unten und oben Strafsenflächen und nimmt im oberen Geschofs noch Hochbahngleise auf.

Die neueste Grofsbrücke in New York ist diejenige über das Hellgate, 1912 nach langjährigen Vorarbeiten begonnen und infolge der Verzögerung durch den Krieg erst neuerdings vollendet. Die eigentliche Hellgate-Brücke, ein Bogen von 297,95 m Spannweite mit 67,05 m Stich im parabelförmig gekrümmten Untergurt, ist das Mittelstück einer mit ihren Zufahrten 14,4 km langen fortlaufenden Reihe von Brücken, die auf 6 km Länge vier Gleise tragen. Der Bogen, dessen Obergurt an den Enden geschweift ist, ist im Scheitel 12,26 m hoch. Die Querverbände sind seitlich um je etwa 5 m ausgekragt; auf diese Auskragungen können noch Strafsenbahngleise aufgelegt werden. Die Gleise liegen in einem über die Brücke durchgeführten Schotterbett. Neben ihrem Eigengewicht, von dem das Eisen allein 19400 t ausmacht, kann die Brücke auf dem Gleise eine Last aufnehmen, die, als »Coopers E 60« bezeichnet, aus drei Achsen mit 31,7 t Achsdruck in 2,13 m Abstand und sodann aus einer gleichmäfsig verteilten Last von 8,93 t auf 1 m Gleis besteht. Für den Bogen wurde ein Siemens-Martin-Flufseisen von besonderer Härte gewählt. Der Bau eines Bogens von solcher Spannweite war natürlich nicht ohne Schwierigkeiten; er wurde ohne feste Rüstung ausgeführt, indem die Bogenteile von den Widerlagern vorgekragt wurden. Um ihnen dabei den nötigen Halt zu geben, mufsten auf den Widerlagern mächtige eiserne Türme errichtet werden, an die die Bogen angehängt wurden.

Wollte man einen Überblick über die Entwicklung des amerikanischen Eisenbrückenbaus seit Einführung der Eisenbahnen, ja auch nur in den letzten 50 Jahren geben, so würde der Rahmen eines Zeitschriftenaufsatzes auch bei der knappsten Darstellung bei weitem dazu nicht ausreichen. Es sind daher hier nur einige Grofsbrücken herausgegriffen, die einerseits wegen ihrer Bedeutung für den Verkehr besondere Beachtung verdienen und andrerseits Marksteine in der Geschichte des Brückenbaus bilden. Die Oberflächengestaltung des Landes, namentlich aber die eigentümliche Lage von New York mit seinem Geschäftsviertel auf der Insel Manhattan und seinen von jenem durch breite Wasserläufe getrennten Wohnvierteln, hat den amerikanischen Brückenbau vor Aufgaben gestellt, wie sie sonst nur ganz vereinzelt vorkommen. Dafs er sie lösen kann, hat er, wie schon aus den wenigen angeführten Beispielen hervorgeht, gezeigt. Auch sonst gibt es in Amerika noch eine grofse Anzahl Brückenbauten, die Beachtung verdienen, wenn auch die Ansichten, die für ihren Entwurf und Bau mafsgebend waren, zuweilen andere sind als man bei uns in solchen Fällen annehmen würde. Der amerikanische Brückenbau wird nach dem, was er bis jetzt geleistet hat, auch imstande sein, die nächste Aufgabe zu lösen, die auf dem Gebiete des Grofsbrückenbaus an ihn herantreten wird, nämlich den Bau einer Brücke über den Hudsonflufs in New York durchzuführen, die eine mit einer Kettenbrücke überspannte Hauptöffnung von fast 1 km Weite erhalten soll.

In den letzten 40 Jahren ist erst allmählich, aber in den letzten 20 Jahren in gröfserer Verbreitung der Beton mit und ohne Eiseneinlagen ein wichtiger Brückenbaustoff geworden. Er hat namentlich auch zu einer neuen Entwicklung in der baukünstlerischen Ausgestaltung der Brücken, andrerseits aber auch zu neuen Untersuchungen auf dem Gebiete der Baustatik

und der Beanspruchung der Baustoffe Anlafs gegeben. Anfangs wurde Beton nur für kleinere Bauten verwendet, neuerdings werden auch gröfsere Bauwerke aus Beton gebaut, und man glaubt in Amerika, mit Beton bis zu Spannweiten von etwa 200 m gehen zu können. Das in Amerika so beliebte Bauverfahren ohne feste Rüstung durch Auskragen von den Widerlagern kann freilich beim Betonbrückenbau nicht angewendet werden, sondern es bedarf für eine Betonbogenbrücke der Rüstungen, deren Entwurf und Ausführung allein schon den vollen Scharfsinn der damit beauftragten Fachleute in Anspruch nimmt. Dadurch wird allerdings der Bau sehr verteuert, der Betonbau hat aber bekanntlich gegenüber dem Eisenbau den nicht zu unterschätzenden Vorzug, dafs die Unterhaltungsarbeiten bei ihm nur geringfügig sind. Dafür kann andrerseits eine Betonbrücke nicht verstärkt werden, wenn sie Lasten aufnehmen soll, die ihre Rechnungslast überschreiten, und dieser Fall ist in den letzten Jahrzehnten öfter vorgekommen und wird auch in Zukunft nicht ausbleiben.

Die Vervollkommnung der Berechnungsverfahren und die vertiefte Kenntnis vom Verhalten der Baustoffe haben es auch in den Vereinigten Staaten ermöglicht, in den letzten Jahren und Jahrzehnten die Brücken wirtschaftlicher zu bauen als vorher. Die tragenden Querschnitte sind infolgedessen im Verhältnis zu der Belastung, die ihnen zugemutet wird, kleiner geworden; das hat seine Berechtigung, weil weniger Spielraum für Beanspruchungen, denen man rechnerisch nicht beikommen kann, gegeben zu werden braucht, aber auch gewisse Gefahren. Trotz sorgfältiger Berechnung und sachgemäfser Ausführung sind daher Unfälle nicht zu vermeiden gewesen und auch die Zukunft wird von ihnen nicht ganz verschont bleiben, zumal der an sich anerkennenswerte Wagemut des amerikanischen Ingenieurs zuweilen hart an die Grenze herangeht, die der bedächtigere Techniker Europas und namentlich Deutschlands für zulässig erachtet, ja zuweilen sogar über diese Grenze hinausgehen dürfte. Derartige Unfälle haben aber auch ihren Nutzen. In einem Aufsatz über den amerikanischen Brückenbau in den letzten 50 Jahren, den die Zeitschrift Engineering News-Record aus Anlafs ihres fünfzigjährigen Bestehens veröffentlicht, weist der bekannte amerikanische Brückenbauer Gustav Lindenthal auf diese Verhältnisse in ihrer besonderen Bedeutung für Amerika hin. Der amerikanische Brückenbauer, der für eine auf Erwerb gerichtete Eisenbahngesellschaft bauen soll, mufs auf die Baukosten ganz besondere Rücksicht nehmen. Er wird von anderer Seite gedrängt, einen billigeren Entwurf aufzustellen, und diesem Drängen zu widerstehen, ist nicht immer leicht und erfordert Mut, den aufzubringen aber seine Pflicht ist. Er mufs für seinen Entwurf eintreten, denn er ist dafür verantwortlich, dafs eine Brücke nicht einstürzt. Die Kreise, die das Geld für den Bau zur Verfügung stellen müssen, drängen aber mehr auf niedrige Kosten als auf Sicherheit des Bauwerks, obgleich sie sich sagen müfsten, dafs ein Unfall mindestens den Bau verteuern, wenn nicht gar den gänzlichen Verlust der von ihnen aufgebrachten Geldmittel zur Folge haben kann. Sind die Geldgeber nicht dafür zu haben, so ausreichende Mittel zur Verfügung zu stellen, dafs dafür ein standfestes Bauwerk errichtet werden kann, so gibt Lindenthal seinen Fachgenossen den Rat, die Verantwortung abzulehnen. Sparsamkeit dürfe dann nicht in einem dürftigen Entwurf, sondern darin bestehen, dafs die schärfsten Rechnungsverfahren nach dem neuesten Stande der Erkenntnis angewendet werden. Der Wettbewerb hat in dieser Beziehung einen guten Einflufs, aber er mufs richtig gehandhabt werden und frei von Unlauterheiten bleiben. In dieser Beziehung hat Amerika, so gibt Lindenthal zu, früher einen schlechten Ruf gehabt, die Verhältnisse haben sich aber neuerdings sehr erheblich gebessert.

Am Ende seines schon erwähnten Aufsatzes wirft Lindenthal noch einen abschliefsenden Blick in die Vergangenheit, um dann kurz auch einen Ausblick in die Zukunft zu tun. Von der Vergangenheit sagt er, für die Fortschritte im Brückenbau in den letzten 50 Jahren böten die Eisenbahnen Amerikas das beste Beispiel. Da die Eisenbahnen für jeden Schaden, der sich auf ihren Anlagen ereignet, aufkommen müssen, hätten sie allen Grund, nur Brücken zu bauen, die mit äufserster Sorgfalt entworfen sind. Nach Lindenthals Ansicht finden die amerikanischen Eisenbahnbrücken aus den letzten 25 Jahren nicht ihres Gleichen in irgend einem Lande der Welt. Die Zahl der ganz grofsen Brücken, die gebaut werden müssen, wird in Zukunft abnehmen, aber nicht, weil ihrem Bau technische Schwierigkeiten entgegenstehen. Die Grenze für die Spannweite von Brücken liegt nicht auf technischem Gebiet, sondern ist durch die Kosten gegeben.

Wie denkt Lindenthal nun über die Zukunft? Der Gipfel im Bau grofser Brücken wird, so meint er, in den nächsten 50 oder 100 Jahren erreicht werden; den Grund dafür sieht er in dem steigenden Preis von Kohle und Eisen, der sich in den letzten zehn Jahren mehr als verdoppelt hat. Die Eisenerzlagerstätten werden eher erschöpft sein als die Kohlengruben. Wieviel von beiden Rohstoffen noch vorhanden ist, kann in den meisten Ländern mit ziemlicher Genauigkeit gesagt werden. Ihre Förderung wird abnehmen, und die Kosten werden steigen. Es gibt aber kein anderes Metall, das sich so wie Eisen für weitgespannte Brücken eignet. Mit der Erschöpfung der Kohlenvorräte wird auch die Erzeugung von Zement, bei der viel Kohle verbraucht wird, zurückgehen, und die Zukunft gehört daher der Steinbrücke wie in den Tagen, ehe man Eisen und Beton zu diesem Zweck verwendete.

Der Brückenbau, sowohl was seine technische wie seine baukünstlerische Seite anbelangt, wird, so fährt Lindenthal fort, in gewissem Sinne zukünftigen Geschlechtern deutlicher den Stand unserer Kultur zeigen, als Häuser, Paläste und Dome dies für uns in bezug auf die Vergangenheit tun. Wir werden lernen müssen, Eisen zu sparen, wenn es kostbarer wird, als es heute ist, und gerade im Eisenbau, der grofse Mengen verbraucht, wird damit der Anfang gemacht werden müssen. Deshalb werden gerade Brücken das Einsetzen dieser Bewegung deutlich zeigen. Die Energiequellen unserer Erde, Kohle, Wasser, Wind, die Sonnenwärme usw. können nur unter Zuhilfenahme von grofsen Mengen von Eisen für die Werkzeuge und Maschinenanlagen ausgenutzt werden, die nötig sind, um diese Energiequellen dem Menschen nutzbar zu machen. Deshalb müssen Eisenbrücken zurücktreten, um das Eisen für andere Zwecke frei zu machen, und eine Eisenbrücke wird ein Luxusbau werden. Eiserne Brücken, Schiffe und dergleichen werden dann Seltenheiten sein. In nicht allzu langer Zeit werden eiserne Brücken infolge ihrer Zerstörung durch Rost, namentlich bei mangelhafter Unterhaltung, ganz verschwinden. Denn Eisen ist viel vergänglicher als Stein, und ein Eisenbau kann z. B. nicht das Alter der Pyramiden erreichen. Der schaffende Menschengeist des heutigen Tages wird also der Nachwelt kaum Denkmäler in Gestalt von eisernen Brücken hinterlassen, die zeigen, zu welcher Höhe sich die Technik in unseren Tagen des ungeheuren Eisenverbrauchs emporgeschwungen hat. Unter den wenigen solchen Denkmälern sollten aber, wenn irgend möglich, einige standfeste eiserne Grofsbrücken sein, die bei sorgfältiger Unterhaltung in Ländern mit gesicherter Kultur einige tausend Jahre am Leben erhalten werden könnten. Aber wer, fragt Lindenthal am Schufs seiner Darlegungen, kann soweit in die Zukunft schauen? Man kann ja über die Entwicklung der Technik und namentlich des Brückenbaus anderer Ansicht sein als Lindenthal und sich ein anderes Bild von der Zukunft aufbauen, als sich ergibt, wenn man Lindenthals Grundlagen annimmt. Mit seiner Schlufsfrage schlägt er aber auch einem Gegner die Waffe aus der Hand. Die Entwicklung der nächsten 50 Jahre ist schon schwer zu

übersehen, denn die Technik hat bereits wiederholt sehr erhebliche Überraschungen gebracht; es sei nur an die ungeahnte Entwicklung des Eisenbahnwesens in den letzten 100 Jahren erinnert. Was aber dann wird, ist menschlicher Voraussicht vollständig verhüllt, und niemand kann sagen, wie die Grofsbrücke der Zukunft aussehen wird, und welche Wege der Bau von Eisenbahnbrücken, sowohl in der alten wie in der neuen Welt, in Zukunft beschreiten wird. Trotzdem ist es wertvoll zu erfahren, welche Gedanken sich ein so hochstehender Fachmann wie Lindenthal über die Zukunft seines Fachgebiets macht. Darin kann ihm jedenfalls beigetreten werden, dafs die Wirtschaftlichkeit eines Bauwerks in Zukunft eine noch wichtigere Rolle spielen wird als bisher. Schon in der Vergangenheit ist es das Ziel der Technik gewesen, mit geringeren Mittel mehr zu erreichen, und dieses Ziel wird sie auch in Zukunft zu verfolgen haben.

### II. Rechnungsunterlagen und Lastenzüge.

Der Umstand, dafs die Eisenbahnen der Vereinigten Staaten von Amerika in Netze einer grofsen Anzahl von Eisenbahngesellschaften zersplittert sind, ein Zustand, dessen Beseitigung zwar angestrebt, trotz Gesetzgebung aber anscheinend nicht erreicht werden kann, hat zur Folge, dafs es dort keine einheitlichen, bindenden Vorschriften für den Entwurf und den Bau von Eisenbahnbrücken gibt. Auch das staatliche Aufsichtsrecht erstreckt sich nicht soweit, dafs den Eisenbahngesellschaften Vorschriften auf diesem Gebiete gemacht werden könnten. Seit 30 Jahren ist zwar eine Zahl von Lastenzügen nach Cooper ziemlich allgemein als Rechnungslast eingeführt, die meisten Eisenbahngesellschaften haben aber noch ihre Sondervorschriften, die, den Ansichten ihres Bauoberingenieurs entsprechend, mehr oder weniger von jenen abweichen. Der Lastenzug nach Cooper gründet sich auf die Betriebsmittel, die um 1890 üblich waren. Er sieht einen Eisenbahnzug, gezogen von zwei Lokomotiven vor, an die sich eine gleichmäfsig verteilte Last anschliefst. Zwischen der gröfsten Achslast der Lokomotiven und dem gleichmäfsig verteilten Gewicht besteht dabei ein festes Verhältnis. Bei dem Lastenzug Coopers E 40 ist z. B. die gröfste Achslast der Lokomotive 40000 Pfund (rund 18 t) und der Zug wiegt 4000 Pfund auf einen laufenden Fufs (rund 6 t/m). Bei gröfseren Lasten können die einmal errechneten Momente, Querkräfte usw. auf sehr einfachem Wege ermittelt werden. Man war damit in neuerer Zeit bis zu dem Schema E 70 und E 75 gegangen. Nun sind aber die Zuglasten, obgleich man in Amerika sehr schwere Güterwagen eingeführt hat, nicht in demselben Mafse gewachsen, wie die Achslasten der Lokomotiven, und die Anwendung von Coopers Lastenzug ergab daher ein schiefes Bild. Wenn auch für kurze Brücken die Belastung mit 70000 und 75000 Pfund haltenden Lokomotivachsen zu einwandfreien Ergebnissen führt, so gibt doch bei grofsen Brücken eine Last von 7000 und 7500 Pfund auf einen Fufs zu hohe Beanspruchungen. Die Vereinigung der Bauingenieure, — American Society of Civil Engineers, New York, — die 1852 gegründet worden ist und sich hohen Ansehens erfreut, hat sich daher veranlafst gesehen, neue Vorschriften für den Entwurf und Bau von eisernen Eisenbahnbrücken aufzustellen. Nach Erörterung durch einen Sonderausschufs und in der Jahresversammlung 1922, sowie durch schriftliche Äufserungen der Mitglieder ist ihre endgültige Fassung in den Verhandlungen — Proceedings — Band 49, Nr. 1 des Jahrgangs 1923 veröffentlicht worden. Sie enthalten sich des Eingehens in Einzelheiten, lassen vielmehr der Tätigkeit des entwerfenden Ingenieurs einen ziemlichen Spielraum; sie sind bemüht, sich dem neuesten Stande der Erkenntnis auf dem behandelten Gebiet anzupassen. In bezug auf die Stofswirkung der bewegten Lasten sind besonders eingehende Erörterungen angestellt worden; man hat sich aber nicht entschliefsen können, von der bisherigen Auffassung von dieser Wirkung abzugehen. Ebenso hat die Frage der Knickung besondere Beachtung gefunden; man hat sich für die Beibehaltung der Knickformel nach Euler-Rankine entschieden.

Nach einer Einleitung folgt in den neuen Vorschriften ein Abschnitt über Lasten und Spannungen, dann über zulässige Beanspruchungen. Nach Abschnitten über Ausführungseinzelheiten wird ferner die Prüfung von Augenstäben besprochen; hierauf folgen Vorschriften für das Wiegen und den Versand. Zwei Schlufsabschnitte enthalten endlich Vorschriften über die Herstellung und die Eigenschaften, sowie für die Prüfung von Stahl und Nickelstahl.

Der Baustoff für eiserne Brücken soll Flufseisen — structural steel — sein. Für Gufsteile ist Gufsstahl zu verwenden. Träger bis 9,14 m*) Länge können aus Walzeisen, von da bis 38,13 m als Blechträger hergestellt werden; von 30,5 m an werden genietete Fachwerkträger, von 45,75 m an Träger mit Gelenkbolzen empfohlen. Die Trägerhöhe soll ein Zehntel der Länge, bei genieteten Blechträgern ein Zwölftel der Länge betragen. Bei geringerer Höhe soll der Querschnitt so verstärkt werden, dafs die Durchbiegung nicht gröfser wird, als wenn die genannten Mafse eingehalten worden wären.

Die Spannungen sind getrennt zu berechnen für das Eigengewicht, für die Verkehrslast, für die Stofswirkung der bewegten Lasten, für die Fliehkraft, für längs und quer zur Brücke gerichtete Kräfte. Bei der Zusammensetzung dieser Beanspruchungen ist der ungünstigste Fall anzunehmen, es sei denn, dafs die Vorschriften ausdrücklich Ausnahmen zulassen.

Für die Verkehrslast werden zwei Lastenzüge E 10 und M 10 angegeben (siehe Textabb.). Die gröfste Achslast der Lokomotive ist bei E 10 10000 Pfund, die Wagen sind mit 1000 Pfund auf einen Fufs eingesetzt; wahlweise sind Lasten von 12500 Pfund in sieben Fufs Abstand angedeutet. Bei M 10 kommen neben Achslasten von 10000 Pfund auch solche von 12500 Pfund vor; die Last des Zuges ist dieselbe. (In den Abbildungen sind Mafse und Gewichte nach Metern und Tonnen angegeben.) Die Lastenzüge sind also ähnlich aufgebaut wie diejenigen nach Cooper, doch ist man dabei nicht ganz folgerichtig vorgegangen, indem die Achslasten von 12500 Pfund aus dem Rahmen fallen, der durch die Zahl 10 bei M 10 angedeutet wird. Die Verkehrslast der einzelnen Brücke soll mit einem vielfachen eines dieser Lastenzüge angesetzt werden. Das sechsfache von E 10, also E 60, und das fünffache von M 10, also M 50, wird »für Brücken auf den Hauptstrecken der amerikanischen Eisenbahnen empfohlen«. Es wird also dem Ermessen der ausschreibenden Stelle oder des entwerfenden Ingenieurs ein ganz erheblicher Spielraum gelassen; sie sind weder an den einen noch an den anderen Lastenzug gebunden, und sie können, je nach den Verkehrslasten der Strecke, auch noch die Vervielfältigungszahl festsetzen. Das Lastenschema hat nur den Vorteil, dafs einmal für eine bestimmte Spannweite errechnete Momente, Querkräfte, Auflagerdrücke usw. durch eine einfache Vervielfältigung für eine andere Belastung umgerechnet werden können, wenn zunehmender Verkehr und damit schwerere Betriebsmittel etwa die Annahme höherer Lasten nötig machen. Die Verteilung der Lasten, die Achsabstände bleiben immer dieselben. Die Empfehlung einer bestimmten Belastung für die Hauptstrecken hat jedenfalls den Zweck, Lokomotiven und schwere Züge freizügig zu machen, so dafs die Lokomotiven der einen Gesellschaft auch auf die Strecken anderer Gesellschaften übergehen können, was z. B. mit Rücksicht auf den Verkehr schwerer Kohlenzüge auf weite Entfernungen, bei Umleitungen infolge Verkehrsstörungen und für den Fall, dafs der Zusammenschlufs

*) Nachstehend sind die englischen Mafse in metrisches Mafs umgerechnet, daher die unrunden Zahlen. 1 Fufs = 0,305 m, 1 Zoll = 0,0254 m, 1 Pfund = 0,454 kg, woraus sich ergibt 100 Pfund auf 1 Quadratzoll = 7,03 kg/qcm.

der Eisenbahnen zu einer beschränkten Zahl von grofsen Netzen doch noch zustande kommt, von Bedeutung sein kann.

Der Stofszuschlag J ist nach der Formel $J = S \cdot \frac{91,5}{L + 91,5}$ zu berechnen, wobei S die Spannung und L die Belastungslänge, in Metern gemessen, bedeutet. Bei mehrgleisigen Brücken soll für L die Gesamtlänge der Gleise angesetzt werden. Den aus Längs- und Seitenkräften, sowie den aus der Windlast herrührenden Spannungen ist kein Stofszuschlag zuzusetzen. Bei Brücken mit ausschliefslich elektrischem Betrieb ist der Stofszuschlag auf ein Drittel zu ermäfsigen. Diese Regel gründet sich auf Messungen, die an elektrischen Lokomotiven vorgenommen worden sind.

Eine auf das anderthalbfache erhöhte Belastung ist in die Rechnung einzusetzen, wenn dadurch eine weitere Gegenstrebe erforderlich wird oder wenn sich daraus ein Spannungswechsel oder ein gröfserer Querschnitt ergibt; dabei können auf das anderthalbfache erhöhte Spannungen zugelassen werden.

Bei Brücken in Krümmungen ist die Fliehkraft C, 2,135 m über Schienenunterkante angreifend, nach der Formel $C = \frac{0,0785\ W \cdot V^2}{R}$ zu berechnen, wobei W die Verkehrslast mit Stofszuschlag, V die Geschwindigkeit in Kilometern in der Stunde, R der Halbmesser in Metern ist.

Als Seitenkraft sind für jede Gurtung 298 kg auf das laufende Meter mit einem Zehntel der Belastung durch den Zug als Zuschlag für die belastete Gurtung anzusetzen. Diese Seitenkraft ist als beweglich zu behandeln.

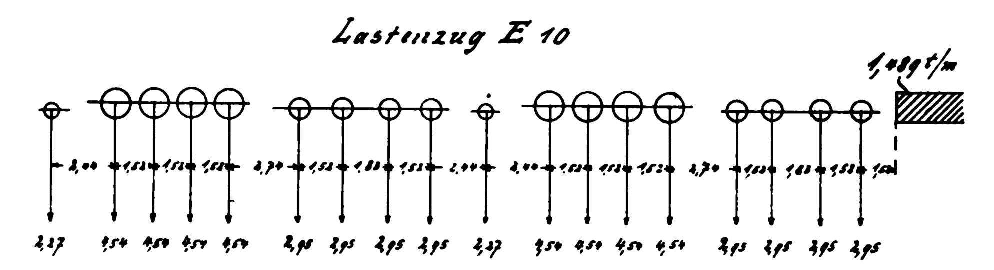
Der Winddruck ist bei den Pfeilern von Gerüstbrücken mit demjenigen der nachstehenden Werte anzusetzen, der die gröfsere Beanspruchung ergibt. Entweder ist die anderthalbfache Fläche der Seitenprojektion des Bauwerks mit 244 kg/qm belastet anzunehmen oder die gleiche Fläche ist mit 147 kg/qm zu belasten, wozu noch 596 kg auf ein laufendes Meter des Bauwerks, angreifend 2,135 m über der Schiene, kommen; dabei ist das Bauwerk entweder voll beladen oder mit leeren Güterwagen von 1,79 t/m Gewicht zu belasten.

Zur Berechnung der Längskräfte, herrührend aus dem Anfahren und Bremsen, ist für die Triebräder eine Reibungszahl von 0,2 und für die übrigen Räder von 0,1 anzunehmen.

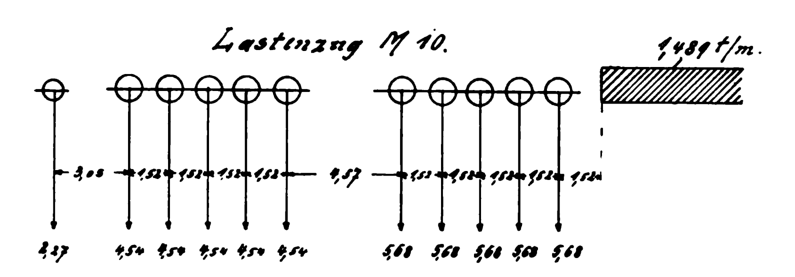
Die Ausdehnung der Träger durch die Wärme soll mit einem Unterschied von 66° zwischen niedrigster und höchster Temperatur berücksichtigt werden.

Stäbe, deren Beanspruchung zwischen Zug und Druck wechselt, sollen für diejenige Spannung berechnet werden, für die sich der gröfsere Querschnitt ergibt. Wechselt die Spannung unter demselben Zug, so sollen beide Spannungen um die Hälfte der kleineren erhöht werden. Die Anschlüsse derartiger Stäbe sollen mit der Summe dieser Kräfte berechnet werden.

Wenn die Verkehrslast und das Eigengewicht Beanspruchungen mit entgegengesetztem Vorzeichen ergeben, sollen nur zwei Drittel der Beanspruchung aus der ruhenden Last als der Beanspruchung aus der bewegten Last entgegenwirkend angenommen werden. Bei Gliedern mit wechselnder Spannung unterbleibt diese Kürzung der Wirkung der ruhenden Last.




Maße in Metern, Gewicht in Tonnen.




Stäbe, die aufser den in ihrer Achse gerichteten Kräften auch noch Biegungsbeanspruchungen aufzunehmen haben, sind so zu berechnen, dafs die gesamte Spannung nicht gröfser als die zulässige wird. Gehen solche Stäbe über einen Knotenpunkt ohne Unterbrechung durch, so brauchen nur drei Viertel der für den einfachen Stab berechneten Biegungsbeanspruchung berücksichtigt zu werden.

Für zusammengesetzte Spannungen — Längs- und Seitenkraft, Winddruck mit Verkehrslast, Eigengewicht, Stofszuschlag, Fliehkraft — dürfen die zugelassenen Beanspruchungen um 25 v. H., bei Berücksichtigung der Nebenspannungen um $33^1/_3$ v. H. überschritten werden. Auf keinen Fall darf aber der Querschnitt kleiner sein, als es die zulässige Beanspruchung bei Berücksichtigung der Verkehrslast und des Eigengewichts, des Stofszuschlags und der Fliehkraft erfordert; auch mufs mindestens der Querschnitt vorhanden sein, der sich ohne Berücksichtigung der Nebenspannungen ergibt.

Nebenspannungen sollen durch die Bauart der Glieder möglichst vermieden werden. Bei Fachwerken ohne Unterteilung der Felder sind aus der Formänderung herrührende Nebenspannungen nur zu berücksichtigen, wenn die Breite des Stabes in der Biegungsebene gröfser als ein Zehntel seiner Länge ist.

Alle anderen Nebenspannungen sind zu berechnen.

Folgende Einheitsspannungen sind für Eisen zugelassen:

| | |
|---|---|
| Zug . . . . . . . . . . . . . . . | 1125 kg/qcm |
| reiner Druck . . . . . . . . . . . | 1125 » |
| Biegung bei Walz- und genieteten Trägern . | 1125 » |
| Biegung bei Gelenkbolzen . . . . . . . | 1687 » |
| Knickung $\frac{1125}{1 + \frac{l^2}{13\,500\,r^2}}$, jedoch nicht über | 984 » |
| (l = Länge, r = Trägheitshalbmesser) | |
| Schub in den Stegen von Blech- und I-Trägern | 844 » |
| Schub in Gelenkbolzen und mechanisch geschlagenen Nieten . . . . . . . . . | 844 » |
| Schub in Schrauben und handgeschlagenen Nieten | 703 » |
| Lochlaibungsdruck bei Gelenkbolzen, mechanisch geschlagenen Nieten, Flächendruck bei abstehenden Schenkeln von Aussteifungswinkeln und anderer Druck übertragenden Flächen | 1687 » |
| Lochlaibungsdruck bei Schrauben und handgeschlagenen Nieten . . . . . . . . | 1401 » |
| Druck bei Lagerrollen . . . . . . . . . | 42,2 . d kg/cm |
| (d = Durchmesser in cm). | |

Bei Berechnung der Biegungs- und Schubspannungen in Walz- und genieteten Trägern sind die Nietlöcher vom Querschnitt abzuziehen. Bei versenkten Nieten ist nur die Hälfte der Tiefe der Versenkung auf die Nietlänge anzurechnen.

Gufsstahlteile für Lager und Schuhe können ebenso wie Walzeisen beansprucht werden.

Für Glieder, die aus einem Baustoff von gröfserer als der gewöhnlichen Festigkeit — 6000 bis 7000 kg/qcm mit der Streckgrenze bei 3500 kg/qcm für Bleche und Formeisen — bestehen, kann eine der höheren Lage der Streckgrenze entsprechend erhöhte Beanspruchung zugelassen werden, vorausgesetzt, dafs die Streckgrenze nicht über 70 v. H. der Bruchlast liegt. Bei Knickung ist der Bruch im Nenner der Formel in demselben Verhältnis zu erhöhen.

Auf Druck beanspruchte Stäbe des Hauptnetzes von Fachwerkträgern sollen nicht länger als das hundertfache des kleinsten Trägheitshalbmessers ihres Querschnittes sein; bei Querverbänden kann die Länge das 120fache, bei genieteten Zugstäben das 200fache dieses Halbmessers betragen.

Hölzerne Querschwellen sind mit 100 v. H. Stofszuschlag, die Achslast auf drei Schwellen verteilt, zu berechnen; als Beanspruchung ist 141 bis 84 kg/qcm zuzulassen, je nachdem Eiche oder verschiedene Arten von Nadelhölzern verwendet werden. Granit kann mit 56 kg/qcm, Kalkstein und guter Sandstein mit 28 kg/qcm, Beton im Mischungsverhältnis 1 : 2 : 4 mit 42 kg/qcm beansprucht werden.

Soweit die eigentlichen Berechnungsgrundlagen; auch unter den Anweisungen für den Entwurf befinden sich noch einige Vorschriften, die auf die Berechnung Einflufs haben. So soll bei Zuggliedern stets der reine Querschnitt in Rechnung gestellt werden; dabei sollen die Nietlöcher mit einem um 3 mm gröfserem als ihrem wirklichen Durchmesser abgezogen werden. Die Schwächung des Stabes durch versetzte Nieten ist durch Abzug eines Streifens von der Breite w zu berücksichtigen, die sich nach der Formel $w = h - \frac{s^2}{4g}$ berechnet; dabei ist h der Durchmesser der Nietlöcher, s ihr Abstand in der Achse des Stabes, g das Mafs, um das die Nietreihen versetzt sind. Nieten sollen mindestens drei Durchmesser von einander entfernt sein. In Richtung der Beanspruchung soll ihre Entfernung 16 mal, quer dazu 30 mal die Stärke des dünnsten, durch sie verbundenen Blechs nicht überschreiten. Von der Kante sollen Niete mindestens $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Durchmesser, höchstens 8 mal die Blechstärke entfernt sein.

Bei genieteten Blechträgern ist die Fläche der Gurtungen in deren Schwerpunkt zusammengefafst zu denken, der aber auf keinen Fall hinter den Winkelflanschen liegen darf. Ein Achtel des Stegs kann zu den Gurtungen gerechnet werden. Bei Verwendung von Gurtplatten soll mindestens eine solche Gurtplatte über die ganze Länge durchgehen. Weitere Gurtplatten müssen jenseits ihrer rechnerischen Länge mit mindestens zwei Nietreihen angeschlossen sein.

Fachwerkträger sollen so viel Überhöhung erhalten, wie der Durchbiegung vom Eigengewicht und der Verkehrslast ohne Stofszuschlag entspricht.

Der Baustoff für eiserne Brücken soll nach dem Siemens-Martin-Verfahren hergestellt sein und den Vorschriften der Amerikanischen Gesellschaft für Baustoffprüfungen entsprechen.

Die neuen Vorschriften enthalten noch eingehende Anweisungen für die Abnahme des Baustoffs. Wenn sie auch bei Festsetzung der Belastung gewisse Spielräume zulassen, so gehen sie andrerseits betreffs der Ausführung in eine ganze Anzahl von Einzelheiten ein und unterscheiden sich von den bei uns üblichen. Im übrigen entspricht die amerikanische Belastung mit den Lastenzügen E 60 und M 50, wie Dipl.-Ing. A. Müllenhoff, Sterkrade, im Zentralblatt der Bauverwaltung (43. Jahrgang, Nr. 49/50 vom 20. VI. 23) nachweist, ungefähr der für die Deutsche Reichsbahn eingeführten Belastung mit den Zügen N und E. Die Beanspruchungen sind dagegen etwas niedriger, so dafs die amerikanischen Brücken entsprechend schwerer sein müssen. Dafür bieten sie aber, wenn auch nicht rechnerisch, so doch praktisch, einigen Spielraum gegenüber höheren Lasten, und bei den Fortschritten, die namentlich das Lokomotivgewicht, aber auch das Zuggewicht gemacht hat und wohl auch in Zukunft noch machen wird, dürfte sich dieser Spielraum als ganz willkommen erweisen.

# Rundschau.

### Auswechslung der Drehbrücke über die Mark bei Langeweg.

Die alte Drehbrücke über die Mark bei Langeweg (Linie Dordrecht—Breda), im Jahre 1866 erbaut, war eine schiefe Brücke für Doppelgleis, sie bestand aus vier Hauptträgern, jeder 32,40 m lang und in der Mitte 1,30 m hoch, mit einem Gesamtgewicht von etwa 120 Tonnen.

Jeder Hauptträger bestand aus einem genieteten I-Träger mit einem in der Mitte angebrachten Gufsstück, das 8,20 m lang, 1,00 m hoch und 0,15 m stark war, ferner mit den nötigen Flanschen von 0,20 m Breite versehen war (Abb. 1). Die gufseisernen Teile waren durch 15 Stück gufseiserne Querverbände mit einander verbunden.

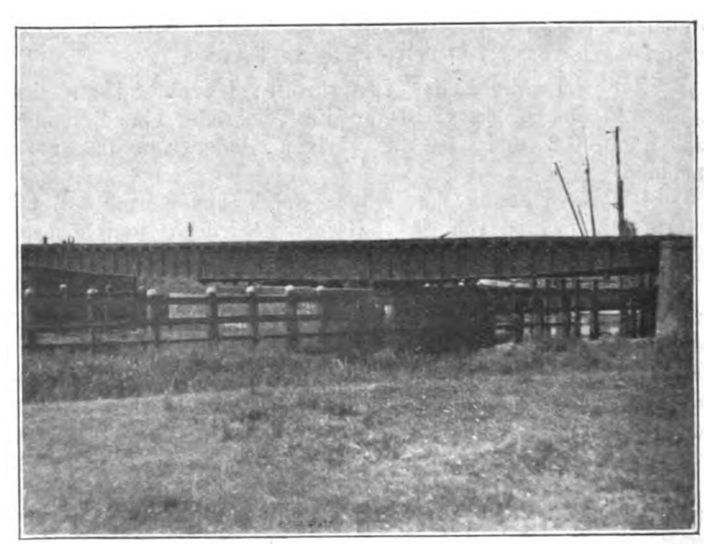
Einer dieser Querverbände war als Königstuhl, in welchem ein schmiedeiserner Mittelzapfen befestigt war, eingerichtet. Acht Stück dieser Querverbände waren zum Tragen der gufseisernen Laufrollen bestimmt. Aufser den gufseisernen Querverbänden waren noch die nötigen Versteifungen angebracht. Sowohl die Widerlager wie auch der Mittelpfeiler waren auf gerammten Pfählen von 12 m Länge gegründet.

Die schiefe Brücke mufste, weil die Eisenkonstruktion nicht mehr den Anforderungen genügte, durch eine Drehbrücke aus Flufseisen, die sich für den schweren Lastverkehr eignen sollte, ersetzt werden. Gleichzeitig sollten die Widerlager, die bedenkliche Risse zeigten, teilweise erneuert und gerade gerichtet werden.

Der hohen Kosten wegen mufste davon Abstand genommen werden, die Bahn während der Ausführung der Arbeiten zeitweise zu verlegen. Aufserdem durfte der Schiffahrtsverkehr nur einzelne Tage lahm gelegt werden.

Die Arbeit mufste deshalb ausgeführt werden, während die alte Brücke regelmäfsig von Zügen befahren und hierzu bedient

Abb. 1.



wurde. Es war also nötig, zu einem geeigneten Zeitpunkte die alte Brücke, auf zwei Schiffen liegend, auszufahren und unmittelbar

darauf die neue Brücke fix und fertig, ebenfalls auf zwei Schiffen liegend, einzufahren.

Die neue Brücke ist rechtwinklig und 36 m lang. Der Brückenkörper ist um 53 cm höher angeordnet als bei der alten Brücke. Hierdurch durfte jedoch der freie Durchfahrtsraum unter der Brücke nicht eingeschränkt werden. Aus all diesen Gründen mufsten besondere Vorkehrungen getroffen werden.

Es wurde damit angefangen, an beiden Seiten der Brücke zwei Hilfsweichen einzulegen. Hierdurch wurde es möglich, nach Bedarf eins der durchgehenden Hauptgleise aufser Betrieb zu setzen und den Verkehr auf der Brücke eingleisig einzurichten.

Abb 2.

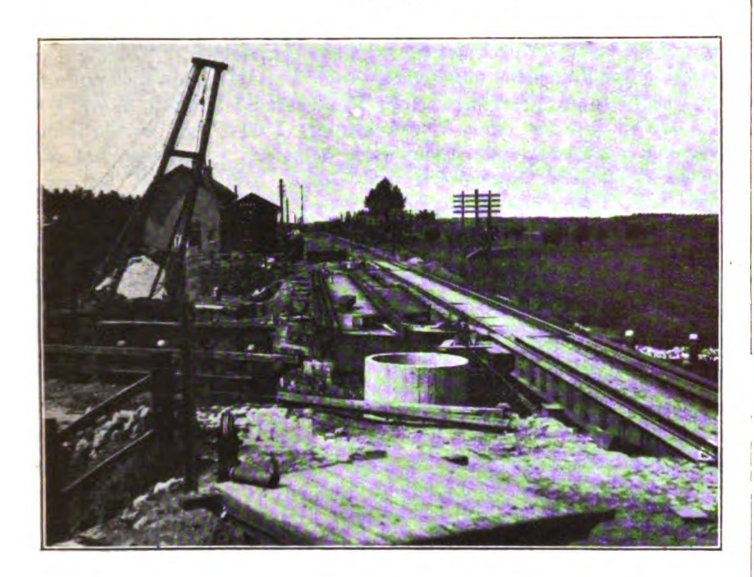


Abb. 3.




Um die Widerlager ganz frei machen zu können, wurden unter dem zuerst aufser Betrieb gestellten Gleise Notbrücken eingebaut, die einerseits auf dem alten Widerlager und andererseits auf einem in dem Bahndamme hergestellten Schwellenlager ruhten.

Nun konnte der eingleisige Betrieb mittels der Notbrücken durchgeführt und die beiden Widerlager soweit abgebrochen werden, als sie nicht von der Notbrücke in Anspruch genommen waren (Abb. 2).

Hinter jedem Widerlager wurden zwei Eisenbetonröhren von je 2 m Durchmesser versenkt, und zwar bis zur Tiefe des festen Untergrundes. Sie wurden mit eisernen Stäben und Beton ausgefüllt. Auf diesen Stützpunkten und auf dem in gleicher Höhe abgebrochenen Mauerwerke der Widerlager wurde eine Eisenbetonplatte, 0,50 m dick, verlegt. Auf dieser wurde dann das Mauerwerk hochgeführt und die Stühle für die Auflager der neuen Brücke eingemauert. Unterdessen war auch der alte Mittelpfeiler teilweise abgebrochen und zur Aufnahme der neuen Brücke wieder vorgerichtet worden. Unmittelbar neben dem alten Mittelzapfen konnte der neue Königstuhl aufgestellt werden, ferner fast alle Stühle zur Unterstützung der neuen Brücke und der halbe neue Laufkranz. Zwei Tage vor der Auswechslung, die am Sonntag, den 18. Januar 1925, stattfand, wurde die Schiffahrt stillgelegt. Es konnten deshalb, weil die Brücke nicht mehr gedreht zu werden brauchte, der alte Mittelzapfen, die Laufräder, der Laufkranz, die Stühle, sowie auch die gröfseren Hausteine, worauf diese Unterteile gelagert waren, entfernt werden. Inzwischen war der Bahnkörper des aufser Betrieb gestellten Gleises in eine Neigung von 1 : 225 in der Richtung der Brücke gebracht worden Auf den neuen Widerlagern waren die nötigen Hebevorrichtungen aufgestellt, um die neue Brücke, sobald diese in die Brückenöffnung eingefahren war, von den Schiffen zu heben und auf die neuen Widerlager herabzulassen.

Nach Vorüberfahrt eines bestimmten Zuges am genannten Sonntage wurde damit angefangen, die beiden Schiffe die eine Wasserbelastung erhalten hatten und mit Schwellenstapeln zur Unterstützung des abzuhebenden Trägers ausgerüstet waren, unter die alte Brücke zu fahren, um danach leergepumpt zu werden. Nachdem man etwa eine Stunde gepumpt hatte, war die Brücke soweit gehoben, dafs sie ausgefahren werden konnte.

Die Notbrücken und die weiteren Hemmnisse auf den Widerlagern wurden inzwischen aufgeräumt und die neue, rund 140 t schwere Brücke, welche vorher wegen des darin aufgehängten Mittelzapfens auf vier hohen Schwellenstapeln ebenfalls auf zwei Schiffen verladen war, eingefahren. Sie wurde an den vier Ecken an den vier Flaschenzügen der Hebevorrichtungen angeschlagen und hochgezogen. Die beiden Schiffe wurden dadurch frei und konnten weggeführt werden. Die Brücke wurde danach mit Hilfe von vier Hebewinden auf ihre Auflager herabgelassen (Abb. 3). Durch Umstellung der Hilfsweichen an jedem Brückenende wurden danach die ersten Züge, welche die neue Brücke befahren mufsten, der vorher fertiggestellten angeschütteten Bahn entlang, der neuen Brücke zugeleitet. Die Zeit, während welcher die Bahnstrecke nicht von Zügen befahren werden konnte, betrug fünf Stunden.

Nach erfolgter Auswechslung der Brücke konnte die weitere Fertigstellung der Widerlager und des Mittelpfeilers sowie auch das Hochziehen des anderen Hauptgleises in Angriff genommen werden.

Das Nötige zur Einregulierung des Antriebwerks wurde so schnell durchgeführt, dafs bereits am Montag den 19. Januar die Brücke für den Schiffahrtverkehr gedreht werden konnte.

Die alte Brücke wurde mittelst Sauerstoffschneidapparaten auf der Baustelle zerschnitten und danach entfernt.

Ing. H. H. E. R. Westenberg.

## Eisenbetonbrücken.

(„Der Bauingenieur" 1924, Heft 24.)

Aus den Schlufsbetrachtungen über die Ergebnisse einer Studienreise des Professors Dr. Ing. Probst durch Italien ist über die Frage der Anwendungsfähigkeit des Eisenbetons bei Eisenbahntragwerken, über die schwere rollende Lasten gehen, folgendes von Interesse:

In Italien hat man bei solchen Bauwerken durchweg gute Erfahrungen gemacht, während von anderen Ländern das Gegenteil berichtet wird.

Bei der Ausgestaltung der Deutschen Reichsbahn sind bekanntlich umfangreiche Änderungen und Verstärkungen von Eisenbahnbrücken notwendig. Es wird dabei auch die Frage zu prüfen sein, wie weit man den Eisenbeton zulassen kann, der auf Grund der bisherigen Vorschriften bis zu einem gewissen Grade ausgeschaltet war. Unsere wirtschaftlichen Verhältnisse verlangen, dafs die Frage nicht einseitig beantwortet wird. Wir müssen daher prüfen, wieweit die Anwendung des Eisenbetons bei Eisenbahnbalkenbrücken nach dem heutigen Stand der wissenschaftlichen Arbeit und auf Grund der Erfahrungen möglich ist.

Die Reichsbahnverwaltung hat in den letzten Jahren erkannt, dafs sie auf dem bisherigen Wege nicht weiter kommt, und hat dies durch den bekannten Erlafs (s. Bauingenieur 1923, Heft 9) zum Ausdruck gebracht. Die zur Zeit noch geltenden Berechnungsvorschriften machen die Anwendung des Eisenbetons wirtschaftlich unmöglich. Dies kommt daher, dafs die Vorschrift verlangt, dafs das Eisen mit höchstens 750 kg/qcm beansprucht werden darf. Wir sehen an den italienischen Beispielen, dafs es Balkenbrücken bei

Hauptbahnen gibt, die seit Jahren bestehen, ohne dafs Mängel sich bemerkbar gemacht haben. Bei den in der Nähe von Rom auf der Hauptbahnstrecke mit sehr lebhaftem Verkehr liegenden Brücken konnte Dr. Probst keine Rifsbildung feststellen, obgleich die statische Berechnung Zugspannungen im Beton von $\sigma_{bz} = 26$ kg/qcm und Spannungen im Eisen bis 1000 kg qcm zuläfst. Es ist daher nicht einzusehen, warum unsere Berechnungsvorschriften für Eisenbahnbrücken in den Eiseneinlagen nicht Spannungen bis zu 1000 kg/qcm zulassen, um so mehr, als die Berechnungen bei Vernachlässigung des Betonzugquerschnitts erfolgen.

Die Reichsbahnverwaltung soll beabsichtigen in den neuen Bestimmungen auf den Nachweis der Zugspannungen im Beton zu verzichten. Dieser Verzicht würde zur Folge haben, dafs man noch weniger als bisher auf die Herstellung eines Betons mit hoher Zugfestigkeit achten wird.

Dr. Probst sagt weiter: Man schaffe recht strenge Bestimmungen für die Materialauswahl, für die Herstellung und Verarbeitung des Betons. Man verlange die Verwendung eines Betons mit möglichst hoher Zugfestigkeit und verzichte bei der Berechnung der Eisenspannungen nicht vollständig auf die Mitwirkung des Betonzugquerschnittes, wenn man verlangt, dafs Risse bei einem solchen Bauwerk nicht auftreten sollen.

Dann könnte man unbedenklich die Spannungen im Eisen etwa mit 1000 kg/qcm begrenzen und möge sie gleichzeitig von der Spannweite der Konstruktion abhängig machen, wie dies von verschiedenen Seiten vorgeschlagen wurde. A. W.

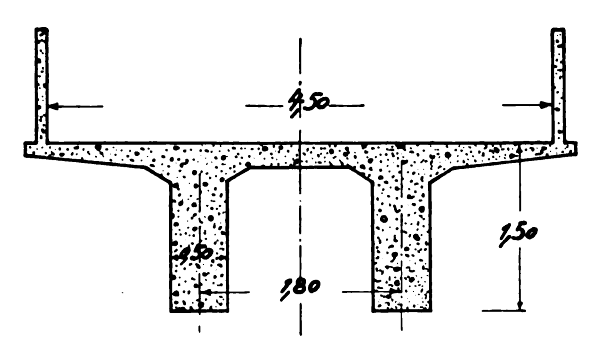
### Eisenbahnbrücken in Eisenbeton.

(Le Ciment 1924, Nr. 10.)

Auf der 300 km langen neuerbauten Eisenbahnlinie Tanger – Fez, von der 200 km in der französischen und 100 km in der spanischen Zone liegen, sind zahlreiche Eisenbahnbrücken in armiertem Beton ausgeführt worden.

Diese Ausführung erwies sich als leichter und wirtschaftlicher für die kolonialen Gebiete als in Stein oder Eisen.

Als gröfste Stützweite erscheinen 18 m; Ausführung als Balkenbrücken mit zwei Balken von je 1,50 m Balkenhöhe und 4,50 m Lichtweite zwischen den Geländern.




Auf der Linie Lerida—Saint Girnis in den Pyrenäen wurden von dem gleichen Konstrukteur Brücken bis 25 m Stützweite nach dem gleichen Typ erbaut. Tragkraft für Lokomotiven von 100 t.

Die Ersparnis gegenüber Stein- oder Eisenbrücken wird mit 20 bis 40 % je nach Stützweite angegeben. Wenn die Brücken richtig gerechnet und sorgfältig ausgeführt sind, glaubt der Erbauer ihnen ein längeres Leben als den Eisenbrücken voraussagen zu können.

Auf den Strecken der französischen Staatsbahnen sind nach einer Veröffentlichung im gleichen Heft des „Le Ciment“ bis heute sehr wenige Eisenbahnbrücken in armiertem Beton — wie bei den deutschen Reichsbahnen — ausgeführt worden, gröfsere Stützweiten überhaupt nicht. A. W.

### Die Sitterbrücke der Schweizer Bundesbahnen.

(Schweizerische Bauzeitung, Bd. 84, Nr. 20 vom 15. 11. 24, S. 245.)

Die neue zweigleisige Eisenbahnbrücke über die Sitter soll eine alte eingleisige Gitterbrücke auf Gufseisenpfeilern aus den Jahren 1855/57 ersetzen. Die alte Brücke hat drei Pfeiler; sie wiegen je rund 300 t, der flufseiserne Überbau rund 500 t. Die Brücke ist 170 m lang. Der Neubau besteht aus fünf überwölbten Öffnungen von 30 m Weite, an die sich noch eine Öffnung von 17 m Weite anschliefst. Die neue Brücke liegt unmittelbar oberhalb der alten. Bei einer Gesamtlänge von 207,9 m erhebt sie sich bis 63 m (Schwellenhöhe) über das Flufsbett. Die sehr schlanken Pfeiler haben bei 1 : 30 Anlauf einen oberen Querschnitt von 4,0 × 8,1 m. Die Gewölbestärke nimmt von 2,16 m am Kämpfer auf 1,2 m am Scheitel ab. Die Pfeiler sind gemauert, die Gewölbe Stampfbeton. Die Pfeiler haben rauhe Ansichtsflächen in Bruchstein, die Gewölbe sind mit Bruchstein verkleidet. Die Sparbögen über den Gewölben bestehen ebenfalls aus Stampfbeton und sind mit Magerbeton überdeckt. Auf einer Seite ist ein dem öffentlichen Verkehr dienender, 2,10 m breiter Fahrweg in Eisenbeton ausgekragt.

Die Uferpfeiler sind in offener Baugrube bis 10 m unter Flufssohle gegründet. Für den Mittelpfeiler, dessen Gründung bis auf 0,5 m an die der alten Brücke heranreicht, war die Einbringung eines Senkkastens unter Druckluft in Aussicht genommen. Obgleich er bis 5 m unter Flufssohle abgesenkt wurde, war aber ohne Anwendung von Druckluft auszukommen. Der Senkkasten ist 20,5 m lang und 12 m breit; er wog ohne Übermauerung 1500 t und wurde beim Absenken noch mit 700 t Mauerwerk belastet. Insgesamt hat die Brücke 25 000 cbm Mauerwerk und Beton. Die Bauzeit ist zwei Jahre. Die Baukosten betragen rund zwei Millionen Franken.

Wernekke.

### Ausbesserung und Verstärkung der Bahnbrücke über die Rhone bei la Voulte mittels metallischer Bestandteile und bewehrten Betons.

(Revue Générale des chemins de fer. 1924 Nr. 5.)

Es handelt sich hier um die Ausbesserung und Verstärkung einer eisernen Bahnbrücke, die die Rhone auf der Strecke von Livron nach Privas mit 5 Bögen von je 55 m Weite überschreitet, mittels Eisenbetons und zwar um eine schon 1861 mit grofser Sorgfalt hergestellte Gufseisenbrücke. Es liegt hier also ein Gegenstück vor zu den Schilderungen die Ingenieur Simonsson von Gotenburg in Schweden auf der eisenbahntechnischen Tagung in Berlin über Verstärkung von eisernen Brücken durch Einbau in Beton gemacht hat. Die genannte Rhonebrücke hatte zahlreiche Brüche bekommen, die der grofsen Starrheit der Verbindungsstücke und der Anwendung eines Kittes für diese Stücke, der sich auf die Dauer infolge Feuchtigkeit oxydierte, zuzuschreiben waren. Man konnte daher nur mehr die leichtesten Lokomotiven des Netzes über die Brücke verkehren lassen. Man suchte eine wirtschaftliche Lösung und fand sie in einer Verstärkung der bestehenden Brücke durch metallische Bestandteile und bewehrten Beton.

Man ersetzte die stark beschädigten Verbindungsstücke der Einzelbögen durch Rahmen aus Stahl, die an allen Gewölbefugen, unter Benützung der vorhandenen Bolzenlöcher angebracht wurden. Nach Einbringung dieser Rahmen wurden die schadhaften Gufseisenstücke entfernt.

Die allgemeine Verstärkung der unteren Bogengurtungen wurde durch Anfügung von zwei Rundeisen von 36 mm Durchmesser, an beiden Gurtungsseiten, erzielt. Diese Rundeisen wurden entsprechend verbunden und versteift und fügten sich mit den Rundeisen der Bewehrung der inneren Bogenleibung zusammen. Der Bogenrücken ist nur auf eine Länge von je 6,5 m von den Gewölbeanfängen unter Verwendung von 6 mm, 12 mm und 26 mm Rundeisen im Beton bewehrt. Unter der Fahrbahnbettung läuft eine 0,16 m starke bewehrte Betonplatte mit Querrippen. Zur Erleichterung der Arbeiten und um die Einbringung der Betonplatte unter der Fahrbahn zu ermöglichen, wurde die ganze Fahrbahn über die Brücke gelegentlich deren Verstärkung ohne Betriebsunterbrechung um 60 cm höher gelegt.

Um genügendes Haften des Betons an den metallischen Flächen zu gewährleisten, mufste Farbe, Fett und Staub gründlich beseitigt werden. Zu diesem Zweck wurden die einzubetonierenden Teile durch ein Sandgebläse blank geputzt.

Von der elektrischen Licht-Bogenschweifsung wurde bei den Ausbesserungsarbeiten mit Vorteil Gebrauch gemacht. Vor allem wurden die stark beschädigten Säulen des Gufseisengeländers ausgebessert. Diese zeigten zuweilen lange Sprünge, deren Ausbesserung auf anderem Wege sehr schwierig gewesen wäre. Anderseits zwang die erwähnte Hebung der Fahrbahn um 60 cm, auch den Gangsteig höher zu legen. Damit mufste aber auch das Geländer erhöht werden und das geschah mittels aufgeschweifster Rundeisen, die durch Gufseisenstücke gestützt wurden. Endlich hielt man es für zweckmäfsig, an den beiden Seitenflächen der Brücke alle in den

Gufseisenstücken der Bahnbrücke auftretenden Sprünge zu schweifsen, teils um diese Stücke etwas zu verstärken, teils um einer Verschlimmerung der Schäden zuvorzukommen.

Die Quelle enthält Angaben über die Berechnung der Brückenverstärkung, die nicht ohne Schwierigkeiten durchzuführen war. Die Brücke wurde vor und nach der Verstärkung untersucht und zwar dadurch, dafs man die Brücke vor der Verstärkung mit leichten Maschinen, und nach der Verstärkung mit den gleichen leichten Maschinen, dann aber mit einer Lokomotive der Pacificbauart befuhr. Die Beanspruchungen des Gufseisens waren nach der Verstärkung nicht höher als ein Drittel, zuweilen ein Viertel und selbst ein Fünftel der früheren.

Die an den Versuch geknüpften wirtschaftlichen Erwartungen haben sich vollständig erfüllt. Die Kosten erreichten nur 2 Millionen, während die Auswechslung der ganzen Brücke 4,5 bis 5 Millionen beansprucht hätte. Diese Erfahrungen waren sonach ungleich günstiger als die in Schweden gewonnenen. Dr. S.

### Erneuerung einer amerikanischen Eisenbahnbrücke.

(Railway Age, Bd. 77, Nr. 21, vom 22. 11. 24, S. 931.)

Die Eisenbahnbrücke über den Missouri bei Blair in Nebraska war ursprünglich mit drei Stromöffnungen von je rund 100 m Länge und mit je zwei Landöffnungen von 33,6 m und 6,8 m Weite auf jeder Seite entworfen. Alsbald nach dem Bau, der in den Jahren 1882 und 1883 ausgeführt wurde, gaben Setzungen des Bodens, die bis zu 12 m Senkung gingen und den westlichen Landpfeiler in Mitleidenschaft zogen, Anlafs dazu, die beiden Landöffnungen auf dem Westufer unter Ausschaltung des Mittelpfeilers zu einer einzigen zusammenzufassen, so dafs nunmehr auf dieser Seite ein Träger von 53,7 m Länge zu liegen kam. Dieser Träger, sowie diejenigen über den Stromöffnungen, bestanden aus Fachwerkträgern mit parallelen Gurtungen und mit unten liegender Fahrbahn; die 33,6 m weite Landöffnung war ebenfalls mit einem Fachwerkträger mit parallelen Gurtungen, aber mit obenliegender Fahrbahn und die kleine 6,8 m weite Öffnung mit einem Blechträger unter der Fahrbahn überbrückt.

Die Stromöffnungen sind auf Mauerwerkpfeilern gegründet, die mit Hilfe von Senkkästen bis auf den festen Fels hinuntergetrieben wurden. Die landseitigen Enden der an die Stromöffnungen anschliefsenden Träger ruhen auf betongefüllten Stahlzylindern, die ihrerseits von Pfählen getragen werden. Die kleinen, 6,8 m weiten Öffnungen hatten nur den Zweck, diese Pfeiler vom Erdschub der Massen des anstofsenden Dammes zu entlasten.

Im Jahre 1900 wurden einige Pfeiler verstärkt und einige Augenstäbe der Träger über den Stromöffnungen ausgewechselt. Die Tragfähigkeit der Überbauten blieb aber unverändert. 1920 wurden einige Teile der Fahrbahn erneuert. Die Lokomotivlasten waren zwar etwa 20 Jahre lang dieselben geblieben, das zunehmende Gewicht der Güterwagen, unter dem die Fahrbahnteile litten, gab aber um 1920 Anlafs, den Ersatz der Brücke durch eine tragfähigere zu erörten, was auch 1923 durchgeführt wurde. Die Pfeiler erwiesen sich bei der Untersuchung, abgesehen von oberflächlichen Beschädigungen, als wohl erhalten und durchaus tragfähig, so dafs sie für die neue Brücke weiter verwendet wurden. Der alte Überbau der Stromöffnungen war ebenfalls in so gutem Zustande, dafs sein Wiederaufbau an anderer Stelle ins Auge gefafst werden konnte; er wurde deshalb so abgetragen, dafs die Teile verwendungsfähig blieben. Nur einige der Gelenkbolzen, die sich nicht aus den Löchern herausziehen liefsen, mufsten durch Abbrennen der Köpfe beseitigt werden. Die Brücke war gut unterhalten worden. Da sie den Gipfel einer beiderseits ansteigenden Strecke, übrigens eine eigenartige Lage für eine Brücke, bildete, war sie immer nur mit etwa 16 km Stundengeschwindigkeit befahren worden. Die Zahl der täglich verkehrenden Züge war gering. Die Belastung war immer in mäfsigen Grenzen geblieben und wenn sie nicht in den letzten Jahren erhöht worden wäre, hätte die 40 Jahre alte Brücke wohl noch einmal ebensolang bestehen können.

Der neue Überbau wurde für den Lastenzug „Coopers E-60"*) entworfen. Im übrigen waren die Vorschriften der Vereinigung amerikanischer Eisenbahningenieure vom Jahre 1923 mafsgebend. Die drei Stromöffnungen wurden mit drei gleichen Halbparabelträgern überbrückt. Da der Pfeiler auf dem Westufer im Laufe der Zeit aus seiner Lage gewichen war, kamen die Auflager des Trägers nicht auf seine Mitte zu liegen. Da aber der Pfeiler für ausreichend tragfähig erachtet wurde und da die Abweichung aus der Mitte der Bewegungsrichtung des Pfeilers entgegengesetzt gerichtet ist, glaubte man, die ungewöhnliche Auflagerung in Kauf nehmen zu dürfen, und sah davon ab, für die westliche Öffnung einen besonderen Träger zu entwerfen. Die alten 33,6 m langen Träger wurden durch Blechträger ersetzt. Der 53,7 m lange Träger wurde wieder in zwei Teile aufgelöst, weil man die Anordnung zweier Träger mit einer Mittelstütze für wirtschaftlicher erachtete als die Überspannung der ganzen Öffnung mit einem Träger.

Die Rüstungen für den Umbau bestanden aus hölzernen Jochen auf 21,5 m langen Rammpfählen. Die Abmessungen der Hölzer wurden reichlich gewählt, damit sie zur Wiederverwendung als Brückenhölzer geeignet wären. Der Umbau der Träger über den Stromöffnungen nahm nur etwa zweieinhalb Monate in Anspruch. Er war einer Brückenbauanstalt bis auf die Fahrbahnteile und den Oberbau übertragen worden; diese Arbeiten führte die Eisenbahngesellschaft mit eigenen Kräften aus. Die Träger der Landöffnungen wurden neben der Brücke zusammengebaut und mit Hilfe von Lokomotivkranen gegen die alten Träger ausgewechselt. Der Verkehr wurde dabei nur bis zu 10 Stunden unterbrochen. Insgesamt hat der Umbau nur ein halbes Jahr gedauert. Im ganzen wiegen die eisernen Überbauten 2325t.

Um Beschädigungen der Brücke durch Entgleisungen vorzubeugen, liegen neben den Fahrschienen Winkeleisenschienen und Schutzhölzer. Aufsen auf den Schwellen sind nochmals kräftige Winkeleisenschienen angebracht, die ein Aufkippen der Schwellen bei Belastung durch entgleiste Fahrzeuge verhindern sollen. Fünf Auszugstöfse nehmen die Längsbewegungen der Schienen des Oberbaus auf. Wernekke.

*) Siehe den Aufsatz in diesem Heft: Amerikanischer Brückenbau.

### Amerikanische Brückenverstärkungen durch Einziehen von Zwischenträgern.

(Engineering News Record vom 2. 12. 22, S. 973 und Railway Age vom 12. 5. 23, S. 1157.)

Die zunehmenden Zuglasten, namentlich die immer schwerer gewordenen Lokomotiven, haben in den Vereinigten Staaten die Folge gehabt, dafs zahlreiche ältere Brücken den Beanspruchungen, denen sie unterworfen wurden, nicht mehr gewachsen waren. Ob sie ausgewechselt oder verstärkt werden sollen, ist im wesentlichen eine Kostenfrage. Bei Verstärkungen kann entweder die Tragfähigkeit der vorhandenen Träger durch Auflegen von Gurtplatten erhöht werden oder es kann zwischen die alten Träger ein neuer eingezogen werden, der einen Teil der Last übernimmt und die anderen Träger dadurch entlastet. Zwei Beispiele der letzteren Art von Verstärkung bieten manches Interessante.

Eine Eisenbahnbrücke über den 370 m breiten Merrimac-Flufs bei Newburgport besteht aus fünf Öffnungen von je 45 m, zwei Öffnungen von je 30,1 m und einer Drehbrücke von 54,7 m Weite. Das Tragwerk hatte ursprünglich für zwei Gleise drei Hauptträger. Das 34 Jahre alte Eisenwerk, für Achslasten von 20 t berechnet, mit solchen von 40 t beansprucht, wurde im Sommer 1922 durch Einziehen von je einem Zwischenträger unter jedem Gleis verstärkt. Die neuen Träger sind etwa 60 cm höher als die alten; da ihre Oberkanten in gleicher Höhe, unmittelbar unter den Schwellen, liegen, stehen die neuen Träger unten etwa 60 cm vor. Um das Zusammenarbeiten der alten und neuen Träger zu gewährleisten, sind wirksame Querversteifungen und unter den Fahrbahnlängsträgern kräftige Querträger eingezogen worden. Die alten Träger sind mit 950 kg/qcm, die neuen mit 1055 kg/qcm Beanspruchung berechnet. Daraus dafs bei einseitiger Beanspruchung der Brücke keine schädlichen Schwankungen beobachtet werden konnten, ist zu schliefsen, dafs die tatsächliche Verteilung der Lasten der rechnerischen entspricht.

Die neuen Hauptträger wurden, mit dem Untergurt beginnend, auf Querträger aufgebaut, die an die alten Träger angehängt wurden. Die Arbeiten wurden von den Landenden ausgehend nach der Mitte vorschreitend ausgeführt, so dafs die Krane, mit deren Hilfe die Verstärkungsträger eingebracht wurden, niemals unverstärkte Brückenteile befuhren. Insgesamt wurden 2160 t Eisen eingebaut. Die Arbeit dauerte fünf Monate. Die Arbeiter erlangten im Laufe der Zeit eine solche Gewandheit, dafs zuletzt der Einbau eines Trägers in $2^1/_2$ Tagen vollendet wurde. Eine Ersparnis von 100000 Dollars oder 25 v. H. der Kosten eines Neubaus bei einer

Erhöhung der Tragfähigkeit für Achslasten von 55 t rechtfertigen die Wahl der angedeuteten Verstärkung.

Bei einer Brücke über den Mississippi mit vier Öffnungen von ungefähr 43 m Spannweite stammte der Überbau aus dem Jahre 1892; er bestand aus Parallelträgern mit Bolzengelenken von 7,5 m Höhe mit obenliegender Fahrbahn. Für „Coopers E 33“ berechnet, wurde die Brücke durch einen dritten Hauptträger verstärkt, der „Coopers E 30“ tragen kann, so dafs die gesamte Brücke nunmehr einen Lastenzug „Coopers E 63“ aufnehmen könnte.

Der neue Hauptträger weist im wesentlichen dasselbe Netz auf wie die alten, liegt aber so tief, dafs zwischen seinen Obergurt und Unterkante der alten Querträger 4 cm Zwischenraum verblieb, der durch Zwischenlagen satt ausgefüllt wurde, so dafs die Gewähr für eine Übertragung der Last der Querträger, die an der Auflagerstelle durch Winkeleisen verstärkt wurden, auf den neuen Hauptträger geboten war. Kräftige Querverbände, vom Obergurt des einen zum Untergurt des anderen alten Hauptträgers führend und mit dem neuen Mittelträger durch ein Knotenblech verbunden, sorgen dafür, dafs die drei Träger zusammen arbeiten. Eingehende Spannungsmessungen, die immer an den entsprechenden Stäben der drei Träger gleichzeitig vorgenommen wurden, ergaben gleiche Spannungen in allen drei Trägern; nur in ganz vereinzelten Fällen kamen gröfsere Abweichungen als 10 v. H. des Mittelwerts vor. Bei einer Öffnung wurden auf diese Art alle Stäbe, bei den anderen nur eine beschränkte Anzahl untersucht. Man war mit dem Ergebnis so zufrieden, dafs das Verstärkungsverfahren noch bei anderen Brücken angewendet werden sollte.

Wernekke.

---

## Die Klappbrücke über den Bannflufs in Irland.

(Engineering 1924, Bd. CXVIII, Nr. 3075 vom 5. 12., S. 758.)

Die London Midland and Scottish Railway in Irland kreuzt zwischen Belfast und Londonderry den Bannflufs bei Coleraine. Die alte Brücke, die aus dem Jahre 1860 stammt und aus Holzpfeilern mit einer Tragkonstruktion aus schmiedeisernen Gitterträgern bestand, bedurfte einer völligen Instandsetzung. Dieser Umstand und die ungünstige Linienführung der Bahn zwischen Daileys Bridge und Coleraine waren Veranlassung, die Linie zu verlegen und eine neue Brücke über den Flufs zu bauen. Im März 1921 wurde die alte Linie verlassen und die alte Brücke abgebrochen. Stromaufwärts der alten Brücke ist die Landungsstelle für die Küstenfahrzeuge, die wegen der geringen Entfernung von der See bis dahin verkehren. Es war daher bereits in der alten Brücke eine Klappöffnung vorhanden, die auch bei der neuen Brücke vorzusehen war.

Das eine Ende der neuen Brücke liegt in einem Bogen von 400 m Halbmesser. Die Steigung auf der Brücke in Richtung Coleraine beträgt 1 : 125. Diese Steigung war nötig, um für eine in der Nähe im Zuge der Bahn liegende Strafsenbrücke eine genügende Bauhöhe zu erhalten. Die Widerlager an beiden Brückenenden sind durch die Uferböschungen verdeckt und stehen auf Betonpfählen. In gleicher Weise sind auch die Flufspfeiler gegründet. Die Pfähle wurden bei der sehr verschiedenen Schichtung des Untergrundes bis in harten Letten getrieben.

Die Länge der ganzen Brücke beträgt zwischen den Widerlagern 240 m, die Fahrrinne im Flufs zwischen den Leitgerüsten ober- und unterhalb der Brücke im lichten 21 m. Die Pfeilerentfernung in der Schiffahrtsöffnung beträgt von Mitte zu Mitte 25,5 m, die Länge der Klappöffnung einschliefslich des Maschinenhauses zur Bedienung der Aufzugvorrichtung 31,5 m. Die übrigen Pfeiler sind 23 m voneinander entfernt. Die Blechträger haben eine Länge von 22,5 m von Auflagermitte zu Auflagermitte.

Die Betonpfähle, auf die die Pfeiler aufgesetzt sind, haben einen Querschnitt von 35 × 35 cm und Längen zwischen 7,50 und 9,00 m. Sie wurden mit einem Rammbär von 45 Ztr. Gewicht bei einer durchschnittlichen Fallhöhe von 90 cm und bei durchschnittlich 5400 Schlägen für jeden gerammten Pfahl gerammt. Die Tragfähigkeit eines Pfahles wurde zu 37 t berechnet.

Für die Pfeiler ist eine einheitliche Form gewählt. Jeder Pfeiler besteht aus zwei zylindrischen Fundamenten von 2,40 m Durchmesser aus Beton, von denen jeder auf 7 Pfählen ruht. Auf diesen Fundamenten stehen Betonzylinder mit 1,50 m Durchmesser mit Stahlbewehrung. Die beiden Zylinder sind durch eine senkrechte Eisenbetonplatte von 2,10 m Höhe verbunden. Zum Einbringen der Pfeiler wurden zum Teil die Frühjahrsgezeiten ausgenützt, da der Hub der Gezeiten beim Bannflufs bis zu 2,40 m beträgt. Die Pfeiler der Klappöffnung wurden in Spundwänden ausgeführt.

Die Träger der Brücke, auf der nur ein Gleis liegt, sind für Achslasten zwischen 18 und 22 Tonnen berechnet, wobei die Stofszahl zu $\frac{120}{L + 90}$ angenommen wurde (L Stützweite in Meter). Die Fahrbahnplatte der festen Öffnungen besteht aus einer Eisenbetonplatte als Schienenträger und Querverspannung. Entsprechend den eisernen Querverbindungen der Hauptträger ist die Fahrbahntafel in Platten von rund $3^3/_4$ m Länge eingeteilt. Als Mischungsverhältnis wurde gewählt: 1 T. Zement : $1^1/_4$ T. Sand : $2^1/_2$ T. Basaltgrus.

Die ganze Eisenkonstruktion der Brücke wiegt 400 t, jeder Träger 14 t. Die Träger wurden auf ein Schiff verladen und dann durch einen Kran, der auf dem bereits fertigen Teil der Brücke stand, in die Höhe gezogen und in ihre endgültige Lage gebracht. Das Einbringen der Konstruktion einer Öffnung erforderte nicht ganz einen Tag. Dann erfolgte das Annieten der Querverbindungen und das Vorstrecken des Krangleises, so dafs in einer Woche eine Öffnung völlig fertig war.

Abb. 1. Klappbrücke über den Bannflufs in Irland.

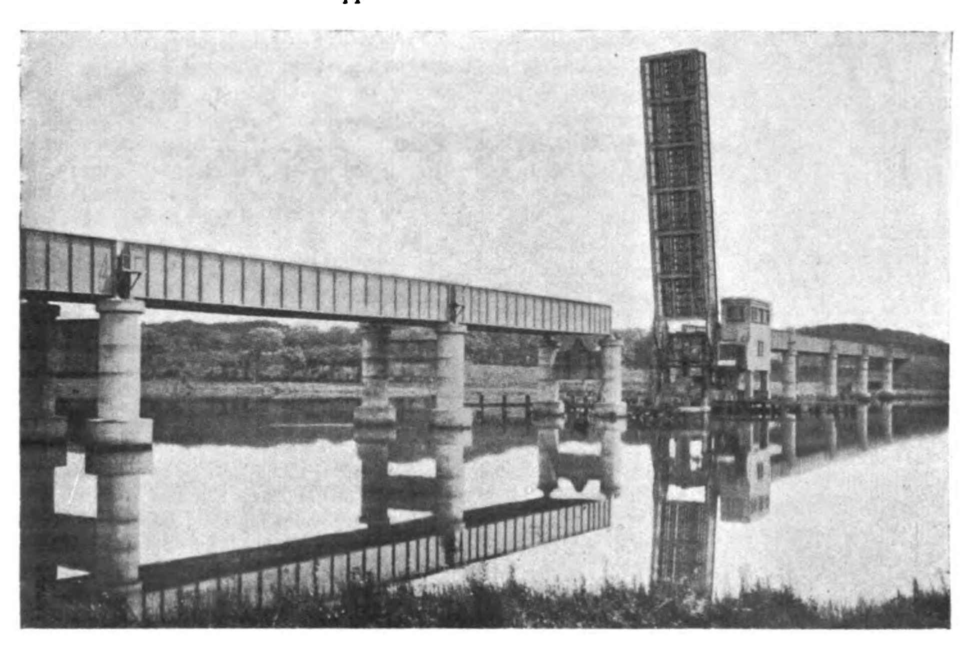
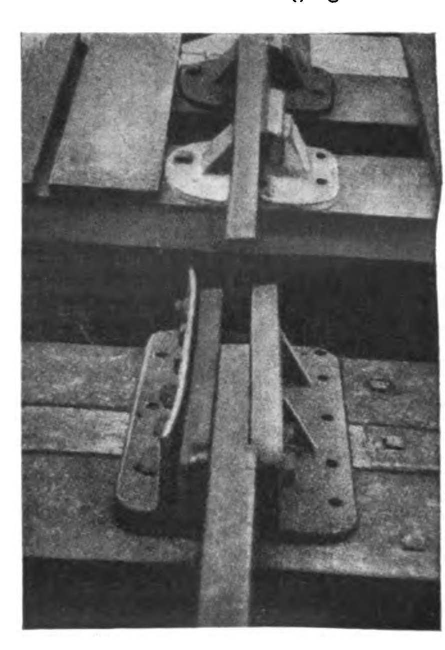


Abb. 2. Gleisübergang.



Der Klappträger ist mit einem unter der Fahrbahn angebrachten Gegengewicht versehen, das aus Eisenbeton hergestellt ist und durch Aufhängung in einem Zapfen beim Öffnen und Schliefsen immer in gleicher Lage bleibt. Die gesamte zu bewegende Last der Klappöffnung beträgt 275 t, von denen 205 auf das Gegengewicht treffen. Die Öffnungs- und Schliefsungszeit beträgt 2 Minuten. Der Öffnungswinkel ist 82°.

Der Klappträger wird durch eine dreizylindrige 25 PS Petroleum-Maschine mittels Zahnräder und einen Zahnradkranz, der am Klappträger angebracht ist, unter Kraftübertragung durch ein Hele-Shawgetriebe angetrieben. Der Stofs beim Schliefsen wird durch Luftpuffer gedämpft, die am gehobenen Ende angebracht sind. Durch die zwei Pfeiler, zwischen denen das Maschinenhaus steht und die senkrecht und in Richtung der Brückenachse mit Versteifungsplatten verbunden sind, werden die in der Brücke wirkenden Längskräfte aufgenommen.

Die Anordnung des Gleis-Übergangs vom Klappträger auf die benachbarte Konstruktion ist aus Abb. 2 ersichtlich. Wa.

### Brücken der Grödenbahn.

(Schweizerische Bauzeitung, Bd. 83, Nr. 11 vom 15. März 1924, S. 123.)

Die während des Kriegs als Zubringer zu den Seilbahnen über das Gröden- und das Sellajoch gebaute Grödenbahn beginnt bei Klausen an der Brennerbahn, biegt bei Waidbruch in das Grödental und verfolgt dieses bis zum Talschlufs bei Plan auf 1072 m Höhe. Um die Bahn rasch betriebsfähig zu machen, wurden die zahlreichen schluchtartigen Seitengräben des Haupttals, die sie übersetzen mufs, zunächst mit hölzernen Bauwerken oder mit eisernen Tragwerken aus Walzträgern überbrückt. Nennenswert ist insbesondere der Marzan-Viadukt bei km 3,9; er erhebt sich auf 25 m Höhe bei 54 m Länge; seine Mittelöffnung wurde mit 900 mm hohen Differdinger Walzträgern von 17,0 m Stützweite überbrückt.

Das Holz der einstweiligen Bauwerke konnte nahe den Baustellen gewonnen werden. Der starke Kriegsverkehr erschwerte ihren Ersatz durch Bauten, die für dauernden Bestand bestimmt waren, sehr erheblich. Wernekke.

### Eine Brückenprüfung in England.

(Railway Gazette vom 28. 12. 24, S. 719.)

Die London und Nordostbahn hat über das Nene-Tal bei Peterborough eine Brücke mit einer Mittelöffnung von 67,1 m gebaut. Um die kürzlich fertiggestellte Brücke zu prüfen, wurden zwei Lokomotiven der Bauart 2 C 1 im Gewicht von 148,75 t und sechs Lokomotiven der Bauart 2 B 1 im Gewicht von 112,7 t aufgeboten, sodafs die Brücke mit fast 1000 t belastet war. Zu je vier gekuppelt, befuhren die Lokomotiven gleichzeitig die beiden Gleise der Brücke zunächst mit einer Stundengeschwindigkeit von 13 km und dann mit 64 km Geschwindigkeit. Die Brücke entsprach bei der Prüfung durchaus den an sie gestellten Anforderungen. Wernekke.

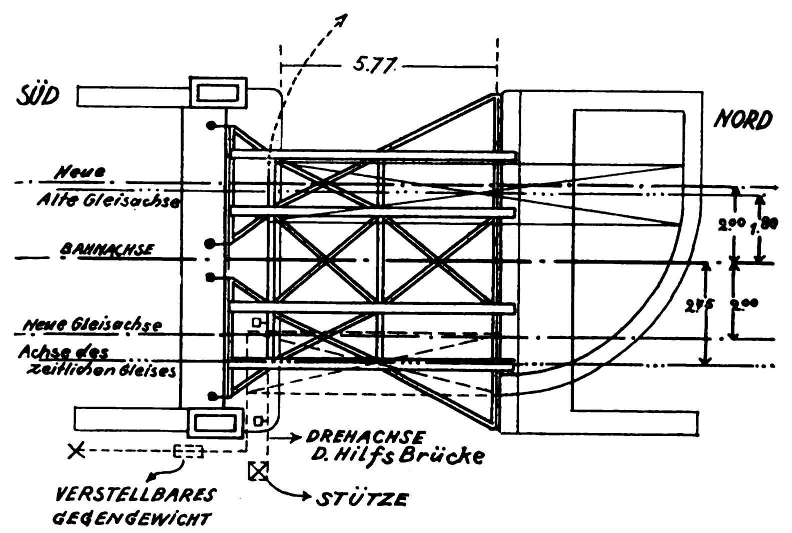
### Eine eigenartige Hilfsbrücke.

In den Jahren 1913—1914 wurde die Gleisverdopplung auf der Bahnstrecke Meppel-Groningen der Niederländischen Staatsbahnen vorgenommen. Zwischen den Bahnhöfen Beilen und Hooghalen befand sich über dem Oranje-Kanal eine eingleisige Drehbrücke mit Drehpunkt auf dem nördlichen Widerlager, die 5,77 m Durchfahrtweite hatte. Diese Brücke sollte durch eine zweispurige Zugbrücke neuerer Bauart ersetzt werden. Die Strecke hatte keinen Nachtverkehr, doch war die Schiffahrt an Ort und Stelle wegen des Torftransports nicht unbedeutend.

Die Abbildung zeigt, wie der Bau vonstatten ging.

Aus Platten- und Profileisen, meistens als Alteisen von der Brückenbauanstalt geliefert, wurde als Hilfsbrücke eine Klappbrücke mit seitlicher Balanzierung angefertigt. Sie bestand aus zwei Hauptträgern mit Querverband. Der hinterste Querträger war seitlich der Brücke verlängert und hieran in der Längsrichtung wieder ein Träger befestigt, auf dem ein bewegliches Gegengewicht angebracht war. Dieser Querträger war auf die für Klappbrücken übliche Weise an einer Drehachse befestigt, die in Stühlen auf dem südlichen Widerlager und einem eingerammten Stützpunkte ruhte.

Die Hilfsbrücke konnte sehr leicht mittels eines Kabels von einer Hebewinde hochgeklappt werden, wenn das Gegengewicht ganz nach links geschoben war. Zum Schliefsen wurde das Gegengewicht nach rechts bewegt. Diese Bewegung geschah mittels eines Kabels ohne Ende, so dafs auch während des Hebens oder Schliefsens der Stand des Gegengewichtes geregelt werden konnte. Nach Schliefsung wurde das Gegengewicht in der äufsersten rechten Lage festgestellt. Sicherheitshalber wurde der Gegengewichtsträger hinten noch unterstützt.




——— Alte eingleisige Drehbrücke.
——— Neue zweigleisige Zugbrücke.
- - - - - Hilfsbrücke (Zugbrücke mit seitlichem Gewichtsausgleich).

Nachdem das Hebegerüst der neuen Brücke aufgestellt war, wurde in einer Nacht die Hilfsbrücke montiert und die alte Drehbrücke weggenommen; nach Umlegung des Gleises wurde der Zugverkehr über die Hilfsbrücke geleitet. Danach wurden die westlichen Hälften der Widerlager bearbeitet und die neuen Auflager und Drehstühle in der neuen Brückenachse fertiggestellt. Nach Erhärtung wurde wieder in einer Nacht die westliche Hälfte der Klappe der neuen Zugbrücke ausgelegt, aufgehängt, ausbalanziert und beweglich gemacht, worauf der Zugverkehr darüber geleitet und die Hilfsbrücke herausgenommen wurde.

Endlich konnte dann die östliche Hälfte der Widerlager fertiggestellt, nach Erhärtung die zweite Hälfte der Klappe nachts eingebracht und an der ersten Hälfte befestigt. ferner die ganze Brücke ausbalanziert und beweglich gemacht werden. Hieraus wurde abschliefsend das zweite Gleis angeschlossen.

Ing. H. H. E. R. Westenberg.

## Übersicht über das neuere Schrifttum des Eisenbahnbrückenbaues.

Von Dr. Ing. H. Sievers, Dresden.

Das technische Schrifttum war während des Krieges schwer beeinträchtigt, ist aber nach dem Kriege, wenn auch langsam, wieder emporgeblüht. Die alteingeführten Gesamtdarstellungen des Eisenbrückenbaues haben eine steigende Zahl von Neuauflagen erlebt. Das gegenwärtig in Deutschland wohl am weitesten verbreitete Werk von Schaper „Eiserne Brücken" (Wilh. Ernst u. Sohn, Berlin), ist in stetig wachsendem Umfange 1920 in 4., 1922 in 5. Auflage erschienen. Daneben erfreut sich „Der Brückenbau" von Melan (Franz Deutike, Leipzig-Wien), dessen einzelne Teile 1919 bis 1921 in 2. und 3. Auflage herauskamen, steigender Beliebtheit. Die grofs angelegten Mehrtensschen „Vorlesungen über Ingenieurwissenschaften", deren II. Teil sich mit dem Eisenbrückenbau befafst, haben 1923 mit der Herausgabe des 3. Bandes (Wilh. Engelmann, Leipzig) auf Grund des beim Tode des Verfassers fast fertig vorliegenden Entwurfes ihren Abschlufs gefunden. Sie werden namentlich wegen der unübertroffenen Darstellung der geschichtlichen Entwicklung neben den beiden oben genannten Standardwerken nach wie vor ihren Platz behaupten.

Einen breiten Raum in dem Mehrtensschen Werke nimmt die Behandlung ästhetischer Fragen ein. Ein Sonderwerk darüber ist das Buch von Zucker (Die Brücke, Typologie und Geschichte ihrer künstlerischen Gestaltung, Ernst Wasmuth, A.-G.,

Berlin 1921). Dafs im allgemeinen „der Ingenieur selbst dazu berufen ist, die Schönheit seiner Bauten zu verantworten", ist ein Standpunkt, den namentlich Bernhard vertritt (Eisenbaukunst, Bauing. 1920, S. 15), „Eiserne Brücken im Stadtbild", Zeitschr. des V. D. I. 1921, S. 1093). Inwieweit jedoch technische Sachlichkeit gleichzeitig eine Befriedigung schönheitlicher Forderungen verbürgt, darüber gehen die Meinungen der Ingenieure auseinander, wie die Auseinandersetzungen zwischen Bernhard und Georg Müller (Bauing. 1921, S. 703, Bautechn. 1924, S. 322) beweisen, dessen vom landläufigen Schönheitssinn stark abweichendes Urteil auch in seinen Aufsätzen über den Schwedenwettbewerb (Bauing. 1921, S 89) und die Sydneybrücke (Bauing. 1924, S. 560) zum Ausdruck kommt.

Die Rohstoffknappheit der Nachkriegsjahre gab Veranlassung, den Baustoffen erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Neue, Ersparnisse verbürgende Erkenntnisse sind hier zu erzielen durch Laboratoriumsversuche. Über die neuzeitlichen physikalischen Untersuchungsweisen gibt Honegger einen zusammenfassenden Bericht im „Eisenbau" 1922, S. 47. „Die Zähigkeit der Flufseisensorten als Sicherheitsfaktor bei Eisenbauten" behandelt Schachenmeier auf Grund eigener und ausländischer Versuche 1922 im „Bauingenieur" (S. 737).

Ein weiteres Mittel zur Erzielung wirtschaftlicher Ersparnisse ist die Verwendung veredelten Werkstoffes. Hier wurde durch einen Aufsatz von Schaper (Hochwertiger Stahl für eiserne Brücken und Ingenieurhochbauten) ein äufserst reger Gedankenaustausch in den letzten Heften der „Bautechnik" und des „Bauingenieur" eingeleitet, der eine Reihe bedeutsamer Fragen aufrollte, zu denen Gehler in Heft 19 des „Bauingenieur" auf Grund der Dresdener Versuche Stellung nahm.

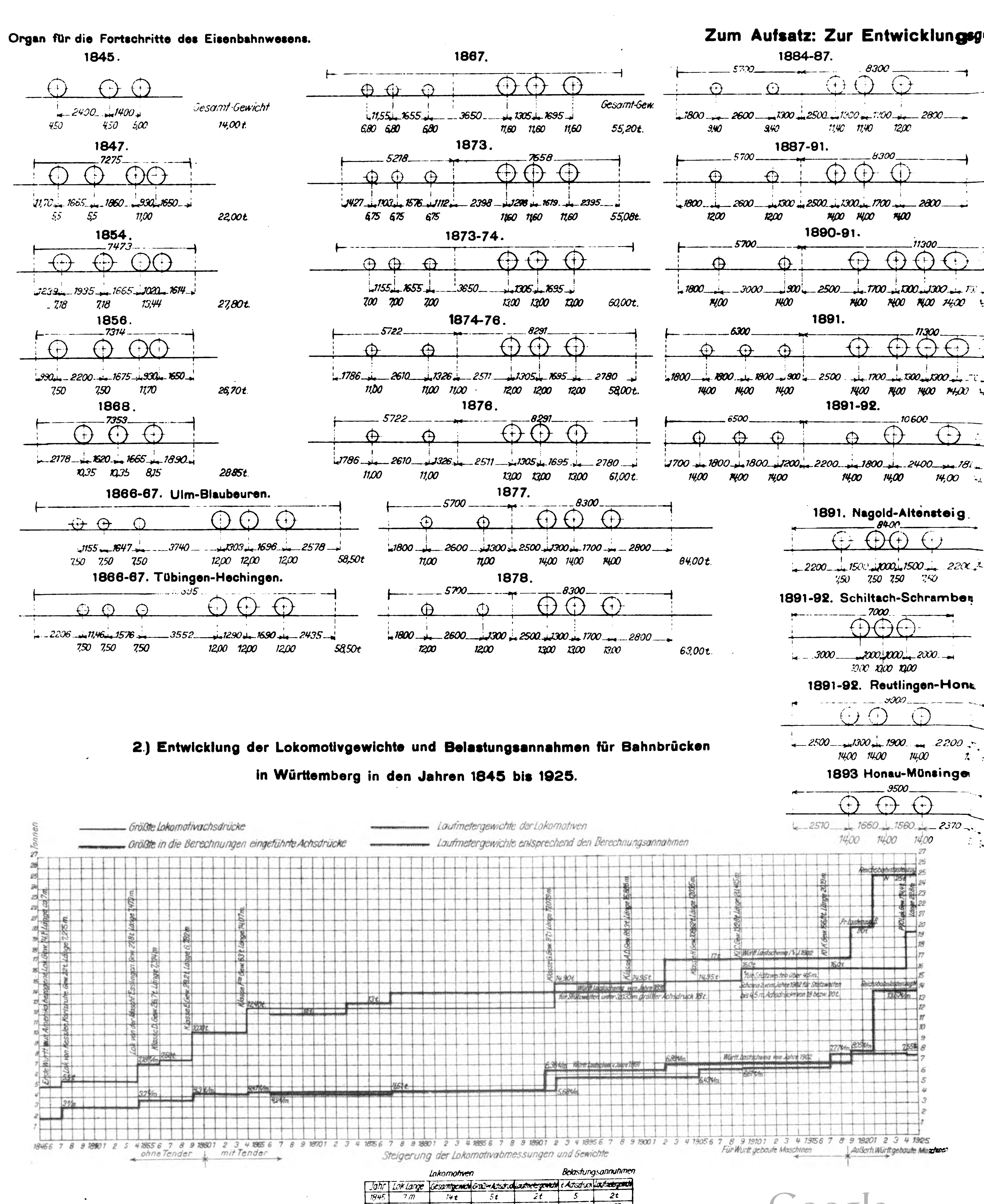
Mit der besseren Ausnutzung des Baustoffes hat naturgemäfs auch eine sorgfältigere und wirtschaftlichere Werkstattarbeit Hand in Hand zu gehen. Auf diesem Gebiete hat namentlich die „Kommission für wirtschaftliche Betriebsführung" des Deutschen Eisenbauverbandes unter der Leitung von Jucho und Schellewald tatkräftige Arbeit geleistet, deren Ergebnisse in besonderen Berichten sowie fortlaufenden Veröffentlichungen in den Jahrgängen 1921 bis 1924 des „Bauingenieur" niedergelegt sind. Nähere Angaben im Bericht in derselben Zeitschrift über die 2. Tagung der Betriebsingenieure des Deutschen Eisenbauverbandes vom 9. und 10. Mai v. J. zu Frankfurt a. M.

Der wissenschaftlichen Durchdringung dieser Sondergebiete entspricht die Weiterentwicklung theoretischer Erkenntnisse. Die Berechnung der Trägerformen findet immer noch ein fast unübersehbares Schrifttum, desgleichen einzelne Sondergebiete, deren theoretische Durchdringung bisher nur unvollkommen gelungen war. Hier sind vor allem zu nennen die Veröffentlichungen der Schweizer (Ros, „Nebenspannungen infolge vernieteter Knotenpunktverbindungen eiserner Fachwerkbrücken", Schweiz. Bauztg. 1922/23, ferner „Der heutige Stand der wissenschaftlichen Forschung im Brückenbau mit besonderer Berücksichtigung der Schweiz", Mitt. d. D. Ing.-Ver. in Mähren 1923, S. 161, Wyfs, „Beitrag zur Spannungsuntersuchung eiserner Fachwerke", Forschungsheft 262 des V. D. I., Jul. Springer 1923), Die grundlegende Bedeutung dieser Arbeiten, deren letztgenannte den Spannungszustand der Knotenbleche behandelt, ist durch eingehende Besprechungen in der deutschen und österreichischen Fachpresse gewürdigt worden (Bauing. 1923, S. 564, 1924, S. 240, Zeitschr. d. Öst. Ing. u. Arch. V. 1923, S. 85) Hinter diesen ausländischen Forschungsarbeiten stehen die deutschen nicht zurück. Ihre Ergebnisse sind hauptsächlich in den „Berichten des Ausschusses für Versuche im Eisenbau" und den Mitteilungen aus dem Materialprüfungsamt und dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung in Dahlem (Jul. Springer, Berlin) niedergelegt. An gröfseren Versuchsberichten seien weiter genannt: Findeisen, „Versuche über die Beanspruchungen in den Laschen eines gestofsenen Flacheisens bei Verwendung zylindrischer Bolzen", Forschungsheft 229 des V. D. I. Jul. Springer, Berlin 1920, sowie Dörnen, „Die bisherigen Anschlüsse steifer Fachwerkstäbe und ihre Verbesserung", Wilh. Ernst & Sohn, Berlin 1924. Unter den Fragen der Festigkeitslehre gehört die Berechnung der Knickstäbe noch immer zu den umstrittensten. Fast alle führenden Theoretiker haben dieses Gebiet in wertvollen Abhandlungen in immer neuer Beleuchtung gezeigt. Ausführliche Arbeiten (Ellwitz, Die Lehre von der Knickfestigkeit, Hannover 1920, Mayer, Die Knickfestigkeit, Berlin 1921) fafsten die Ergebnisse der Einzelforschung übersichtlich zusammen. Obwohl nach den Karmanschen Versuchen an der schon im vorigen Jahrhundert veröffentlichten Theorie der Knickung im unelastischen Bereich von Engesser kaum noch zu rütteln ist, lebte vor dem Erscheinen der Vorschriften für Eisenbauwerke der Deutschen Reichsbahn (W. Ernst & Sohn, Berlin 1922) der alte Kampf der Anhänger der Eulerhyperbel und der Tetmajergeraden in erneuter Schärfe wieder auf. Dabei handelte es sich nicht nur um die Knickspannungslinie, sondern auch um die zulässigen Druckspannungen, deren Verlauf in Zukunft nach der Gehlerschen Gebrauchsparabel (Baunormung 1923, S. 45 u. 124) beurteilt werden wird; diese führt zu einer Formel von derselben Bauart, wie die von Johnson, Ostenfeld und Mörike (Zentralbl. d. Bauverw. 1920, S. 554 und 1922, S. 352). Eine wichtige Rolle bei diesen Erörterungen spielte die Veröffentlichung von Vofs über die Prüfung von Druckstäben von Brücken des Kaiser-Wilhelm-Kanals (Bauing. 1922, S. 8). Der Streit der Meinungen wird wohl erst dann zur Ruhe kommen, wenn es gelingt, durch Versuche mit Walzprofilen eine endgültige Entscheidung zu fällen. Voraussetzung für ihre allgemeine Anerkennung ist allerdings, dafs die Mängel der Tetmajerschen Versuche vermieden werden, vor allem die Lagerung der Versuchsstäbe einwandfrei gelöst wird (Rein, Über Knickversuche, Bauing. 1923, S. 537). Um diese Frage hat sich namentlich Zimmermann verdient gemacht (Sitzungsber. d. Preufs. Akad. d. Wissensch. 1922 u. 23). Einen zusammenfassenden Überblick über das Kräftespiel in den eisernen Brücken gibt das Werk von Bleich, „Theorie und Berechnung der eisernen Brücken", Jul. Springer, Berlin 1924, in dem die Ergebnisse der neuzeitlichen hochentwickelten Forschung, ergänzt durch eigene grundlegende Arbeiten des Verfassers, eine glänzende Darstellung gefunden haben.

Neben diesen zahlreichen und wertvollen theoretischen Arbeiten erscheint das Schrifttum über Entwurf und Ausführung eiserner Eisenbahnbrücken beinahe dürftig. Einen verhältnismäfsig breiten Raum nehmen in den Jahrgängen 1920 bis 1922 der deutschen Fachzeitschriften die Berichte über die hervorragenden Leistungen der deutschen Brückenbauanstalten im Kriegsgebiet ein. Von gröfseren Ausführungen deutscher Brückenbauanstalten im Auslande ist bemerkenswert die Erstellung der Lidingöbrücke bei Stockholm durch Eilers (Bautechn. 1924, S. 405 u. Bauing. 1924, S. 621). Ein Ruhmesblatt in der Geschichte der deutschen Brückenbaukunst bildet die glänzende Beurteilung der deutschen Entwürfe bei den grofsen skandinavischen Wettbewerben. „Der zwischenstaatliche Wettbewerb für Entwürfe zu einer Eisenbahnbrücke über die Arstabucht bei Stockholm", bei dem der erste Preis an die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg und Dyckerhoff und Widmann, der dritte an Krupp und Grün und Bilfinger fiel, ist von Schaper im Jahrgang 1920, S. 3 des „Bauingenieur" eingehend gewürdigt worden.

An zusammenfassenden Werken über Massivbrücken ist die 3. Auflage des von Gesteschi bearbeiteten VII. Bandes des Handbuchs für Eisenbetonbau (Wilh. Ernst & Sohn, Berlin, 1921) zu erwähnen. Auch auf dem Gebiete der Betonbrücken ist durch Einführung eines veredelten Baustoffes, des hochwertigen Zementes, ein Anstofs zu neuen Fortschritten gegeben (s. den zusammenfassenden Bericht von Gehler im „Zement" 1924). Einen Überblick über die neuzeitlichen Hilfsmittel, die den Bau weitgespannter Eisenbetonbogenbrücken ermöglichen, gibt Spangenberg im „Bauingenieur" 1924. Erwähnenswert sind wiederum eine Reihe bemerkenswerter Bauten des Auslandes, z. B. die Pérolles-Brücke in Freiburg in der Schweiz, eine Stampfbetonbrücke mit fünf Hauptöffnungen von je 56 m Spannweite (Bauing. 1923, S. 97) und die neue Eisenbetonbrücke über den Öreflufs in Schweden, die mit 90,7 m Spannweite die gröfste für vollspurigen Verkehr dienende Massivbrücke ist (Bauing. 1921, S. 87). Die längste Eisenbahnbrücke in Eisenbeton besitzen die Franzosen in der Candelier-Brücke über die Sambre im Zuge der Strecke Paris—Berlin (Ann. d. ponts et chauss. 1923, S. 165, Le Génie Civil 1923, S. 514, Le Ciment 1923, S. 303).

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.




| Jahr | Lok Länge | Gesamtgewicht | Größter Achsdruck | Laufmetergewicht | t Achsdruck | Laufmetergewicht |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1845 | 7 m | 14 t | 5 t | 2 t | 5 | 2 t |
| 1925 | 22,8 m | 175 t | 19,4 (P10) | 7,77 (N) | 25 | 13,67 t |
| | 3 fach | 12,5 fach | 3,9 fach | 3,9 fach | 5 fach | 6,8 fach |

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

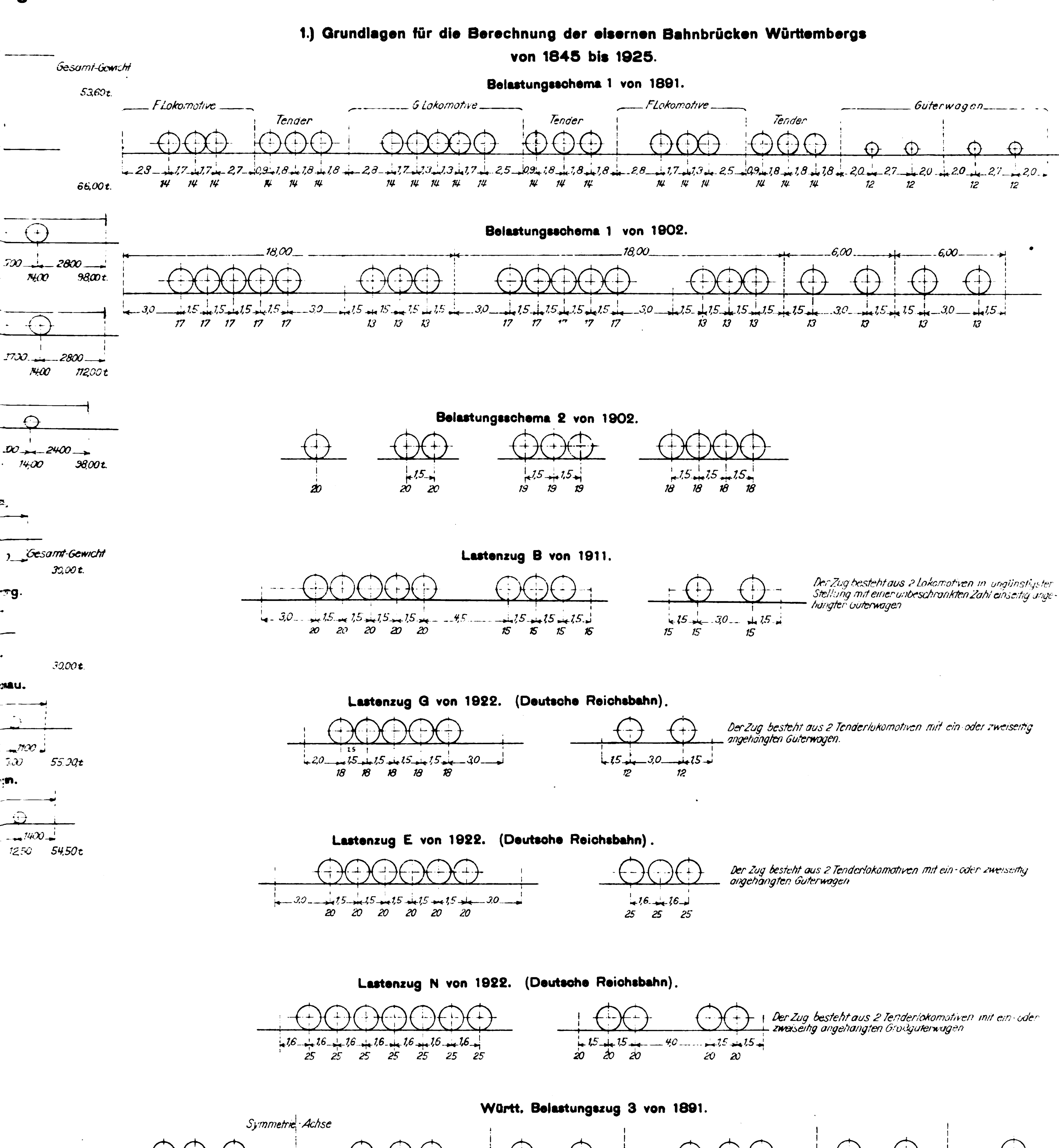

1.) Grundlagen für die Berechnung der eisernen Bahnbrücken Württembergs
von 1845 bis 1925.
Belastungsschema 1 von 1891.
F Lokomotive
Tender
G Lokomotive
Tender
F Lokomotive
Tender
Güterwagen
Belastungsschema 1 von 1902.
Belastungsschema 2 von 1902.
Lastenzug B von 1911.
Der Zug besteht aus 2 Lokomotiven in ungünstigster Stellung mit einer unbeschränkten Zahl einseitig angehängter Güterwagen
Lastenzug G von 1922. (Deutsche Reichsbahn).
Der Zug besteht aus 2 Tenderlokomotiven mit ein- oder zweiseitig angehängten Güterwagen.
Lastenzug E von 1922. (Deutsche Reichsbahn).
Der Zug besteht aus 2 Tenderlokomotiven mit ein- oder zweiseitig angehängten Güterwagen
Lastenzug N von 1922. (Deutsche Reichsbahn).
Der Zug besteht aus 2 Tenderlokomotiven mit ein- oder zweiseitig angehängten Großgüterwagen
Württ. Belastungszug 3 von 1891.
Symmetrie-Achse
Gesamt-Gewicht



**Abb. 1. Zum Aufsatz: Die neuen Lastenzüge der Deutschen R**

**Abb. 1a. Erster Teil der Elbebrück**

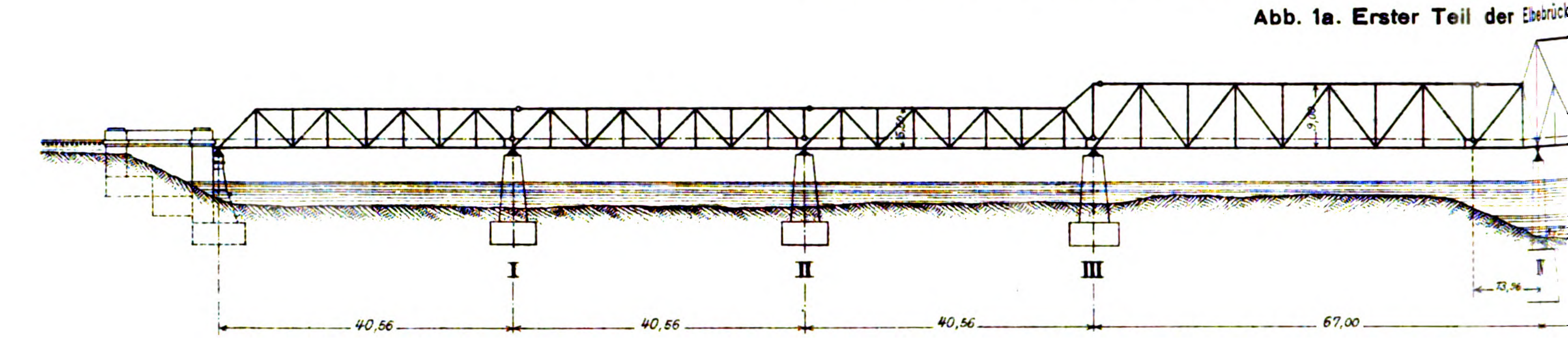



**Abb. 1b. Zweiter Teil der Elbebrück**

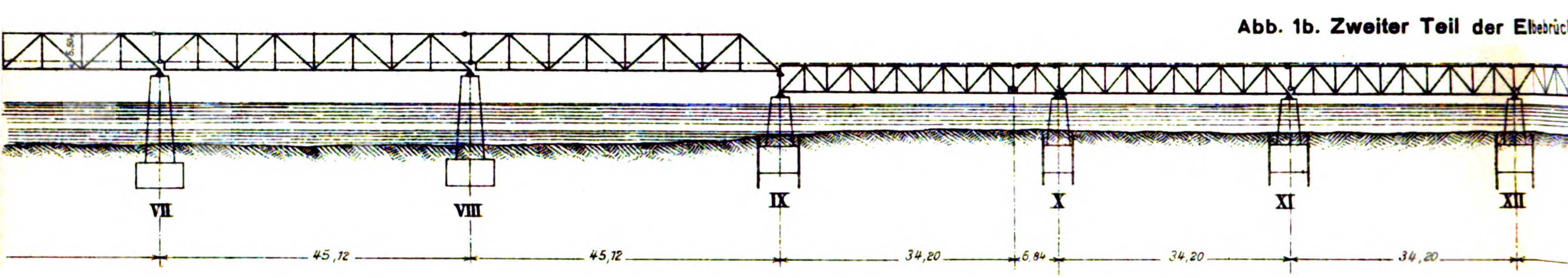



**Abb. 2. Gesprengte Theißbrücke bei Szolnok mit Ausweic**

Zustand Anfang März 1921.

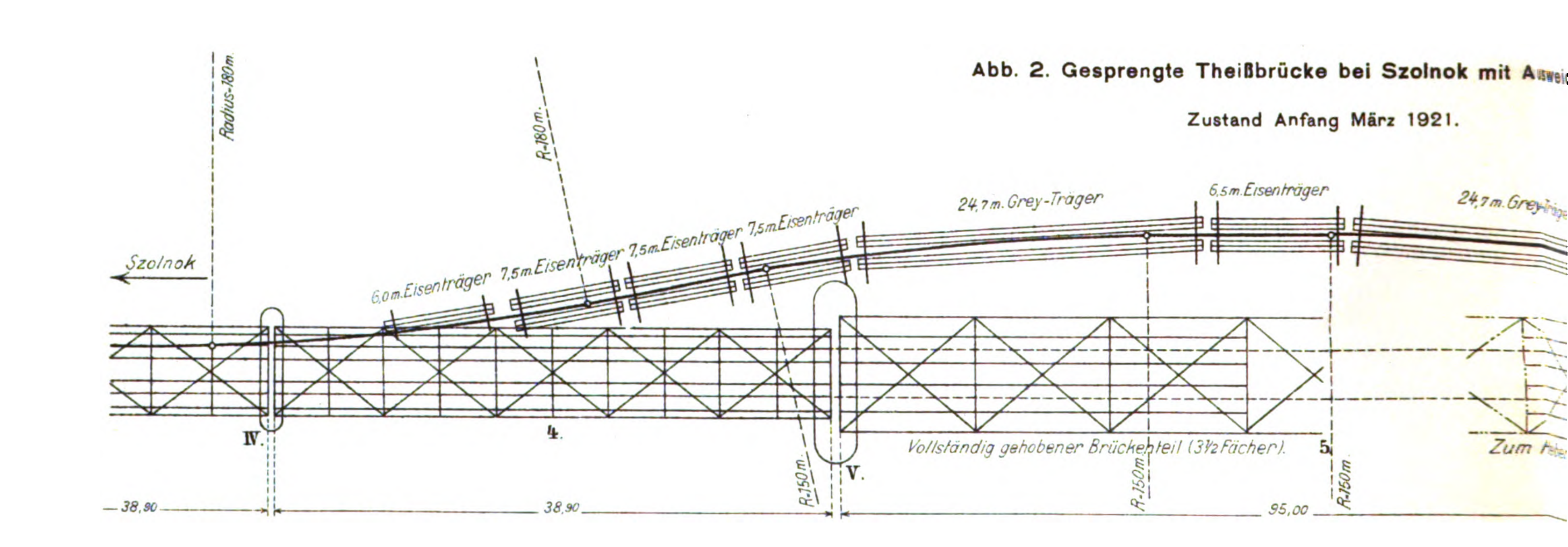



**Abb. 3. Gesprengte Theißbrücke bei Szolnok.**

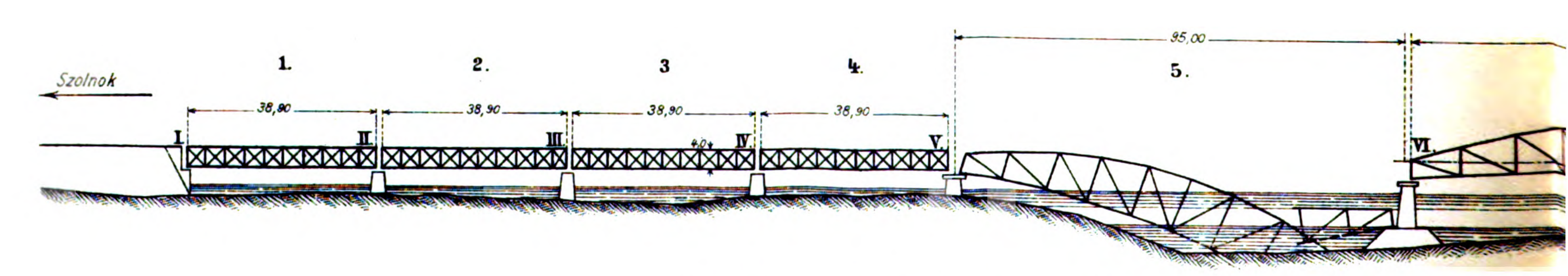
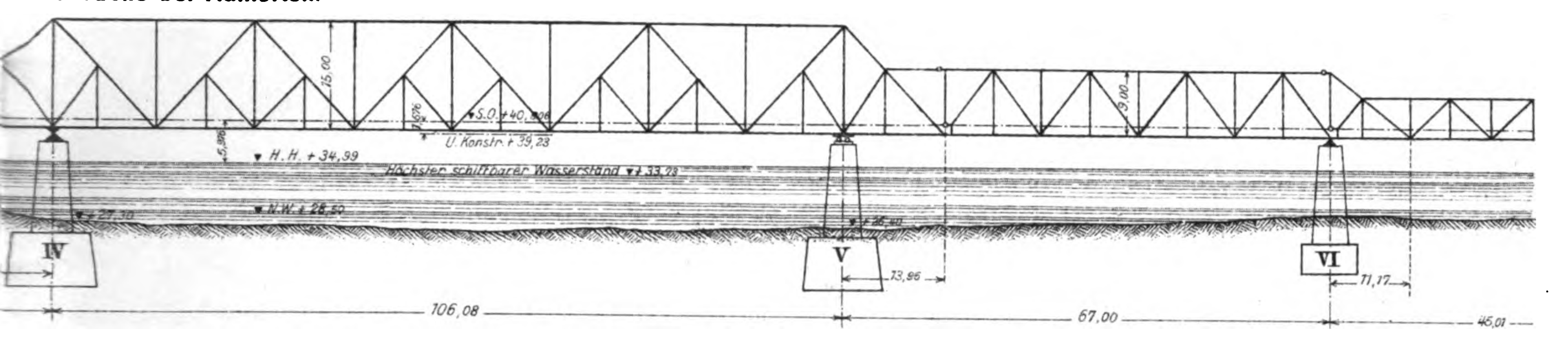


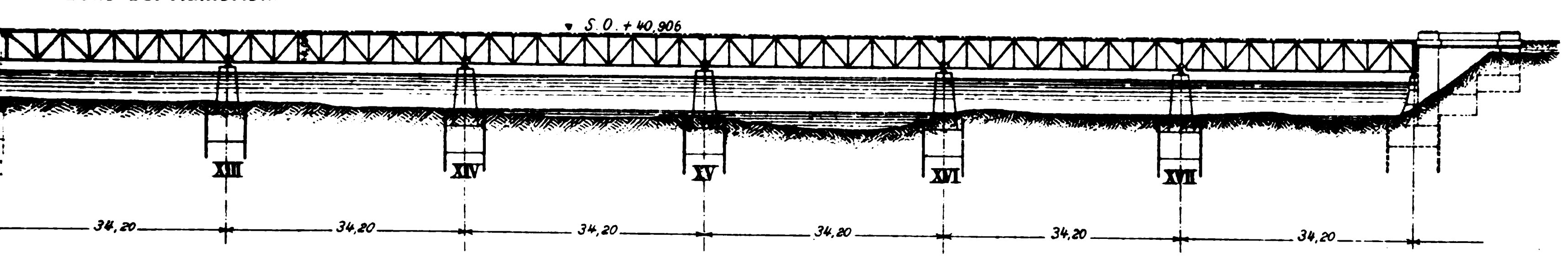

**Abb. 2 und 3. Zum Aufsatz: Wiederherstellung der im Jahre 1**
**gesprengten Eisenbahnbrücke bei Szolnok.**

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

Elbebrücke bei Hämerten.




bebrücke bei Hämerten.




usweichbrücke.

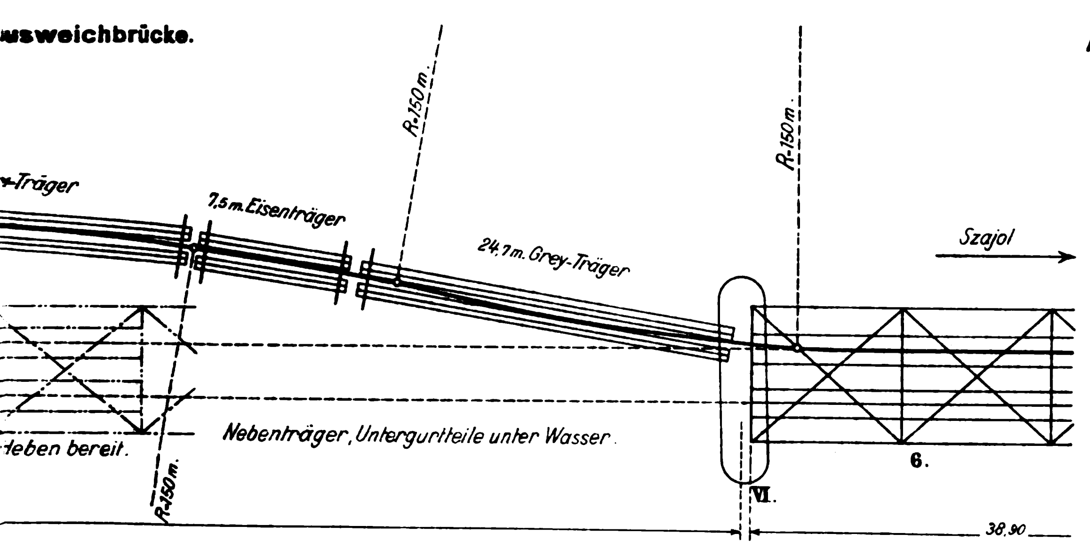
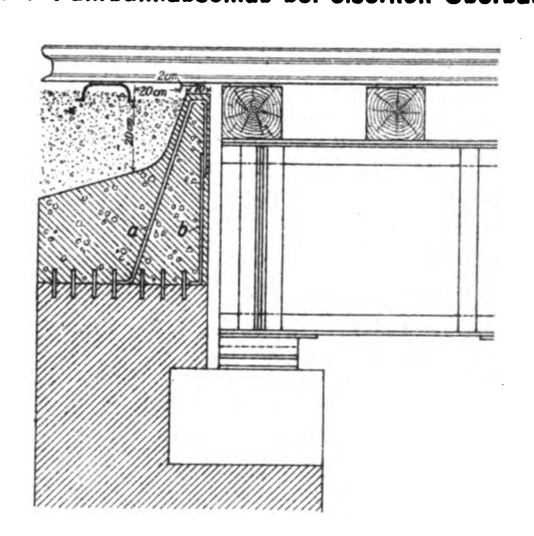
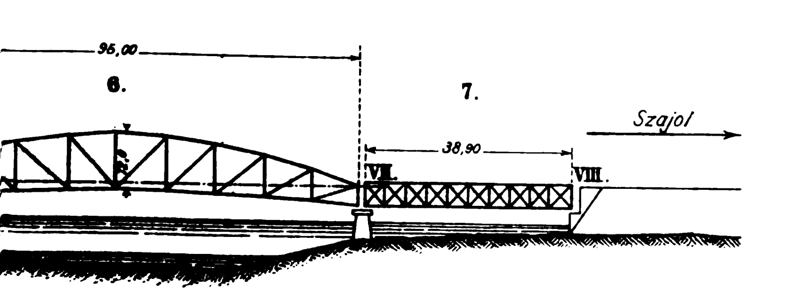



Abb. 4. Fahrbahnabschluß bei eisernen Überbauten.






1919

Abb. 5. Brücke über die Viktoriafälle des Sambesi.

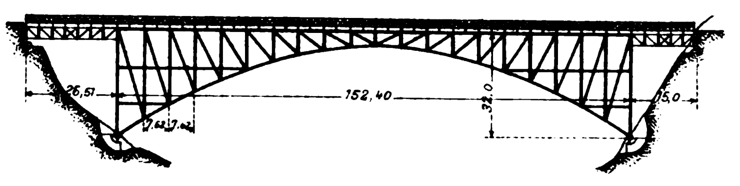



Abb. 6. Brücke über den Sanaga-Südarm.

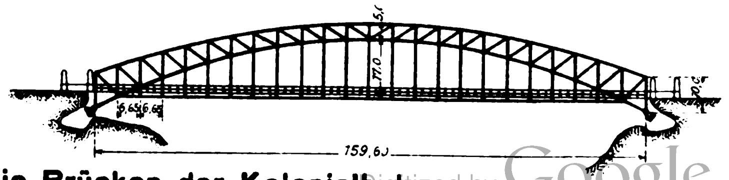


Abb. 4 bis 6. Zum Aufsatz: Die Brücken der Kolonialbahnen.



C.W.Kreidel's Verlag.





## Abb. 11 und 12. Zum Aufsatz: Die Brücken der Kolonialbahnen.

### Abb. 11. Betondurchlaß der Tanganjikabahn.

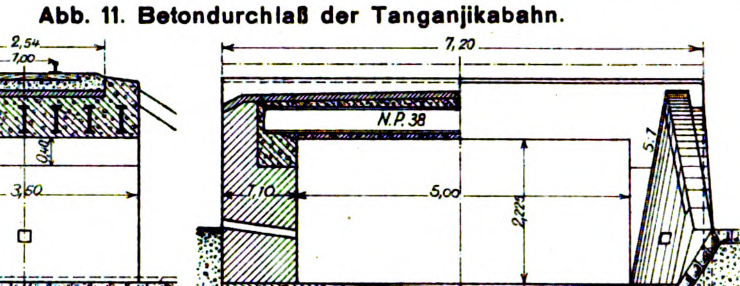
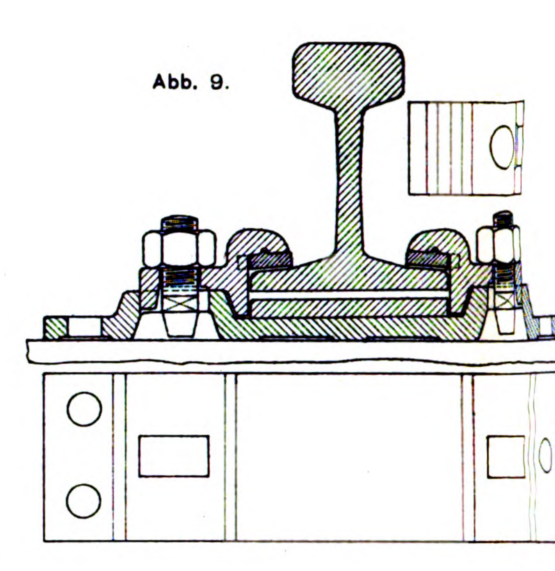



Abb. 9.



### Abb. 12. Brücke über den Sanaga-Südarm bei Edea im Zuge der Kameruner Mittellandbahn.

Vollendet 1911.

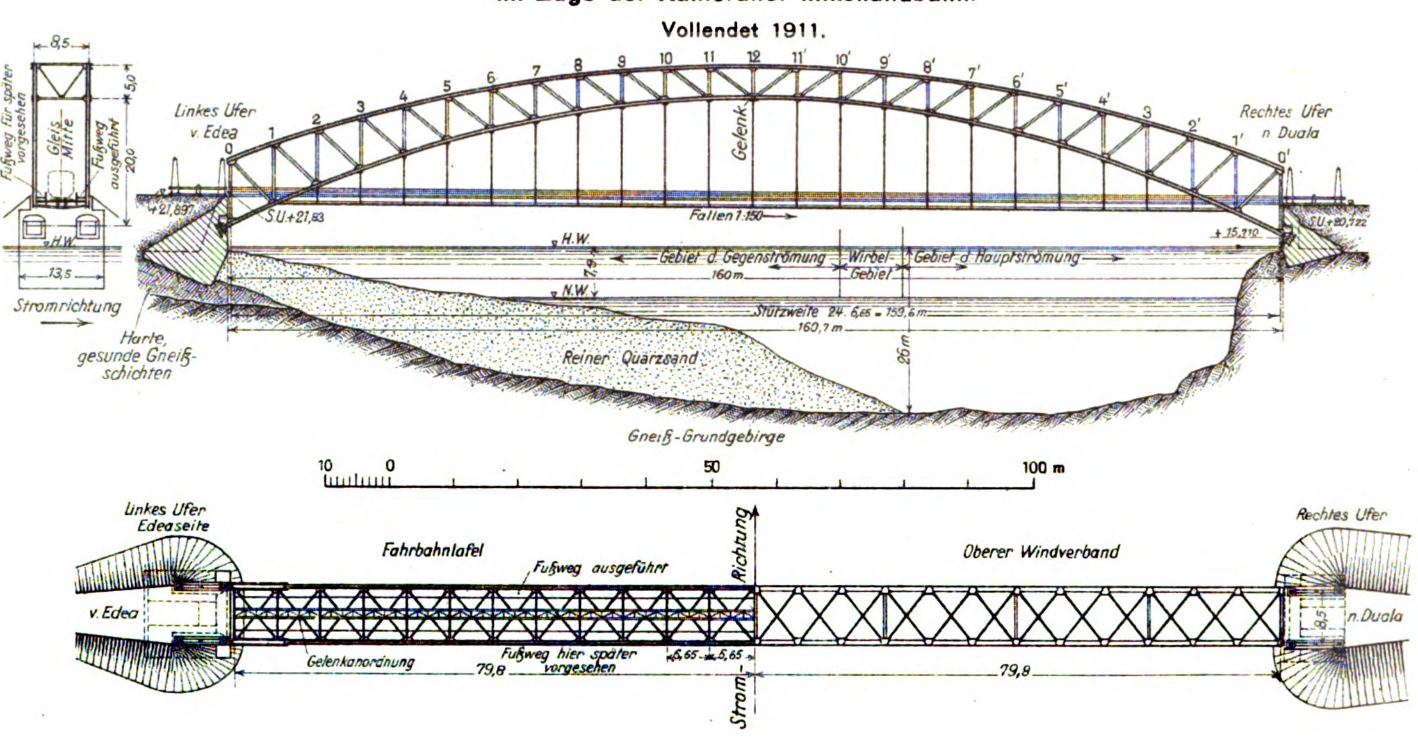
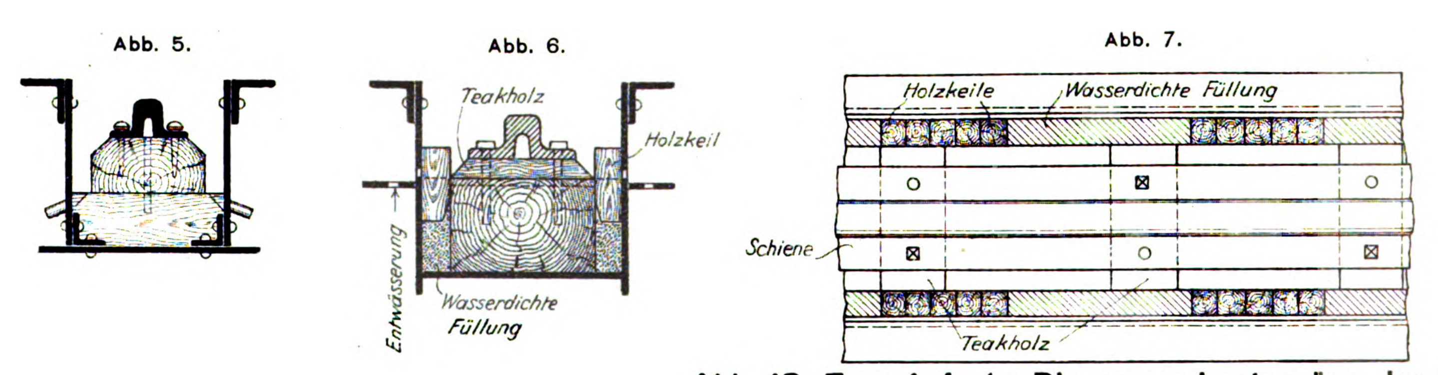



Abb. 5.

Abb. 6.

Abb. 7.




## Abb. 13. Zum Aufsatz: Die neuen Lastenzüge der Deutschen

Emsbrücke be

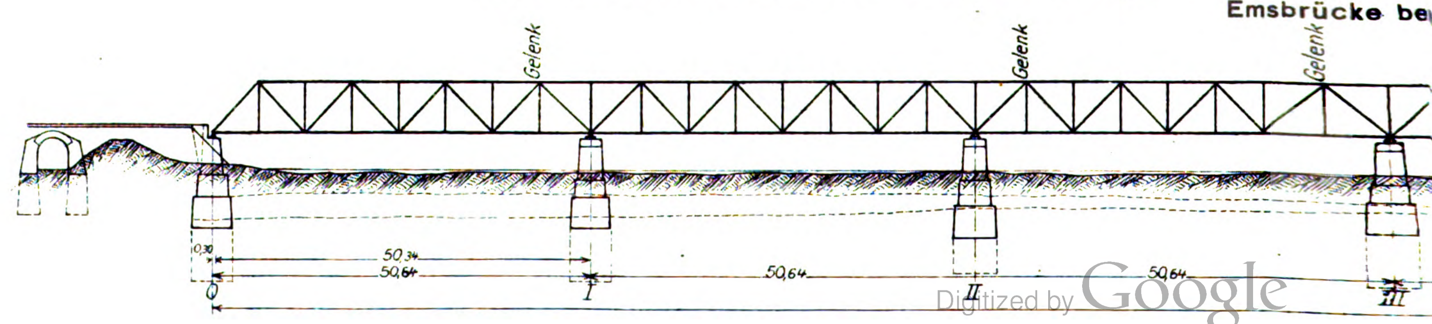


**Abb. 1 bis 10. Zum Aufsatz: Der Oberbau auf Brücken.**

Abb. 10.

Abb. 8.

Abb. 1.

Abb. 2.



Abb. 4.



Abb. 3

**...en Reichsbahngesellschaft und die Verstärkung der Brücken.**

**... bei Weener.**





C. W. Kreidel's Verlag. München.



Abb. 1 bis 8. Straßenbrücke über die Mulde bei Göhren.

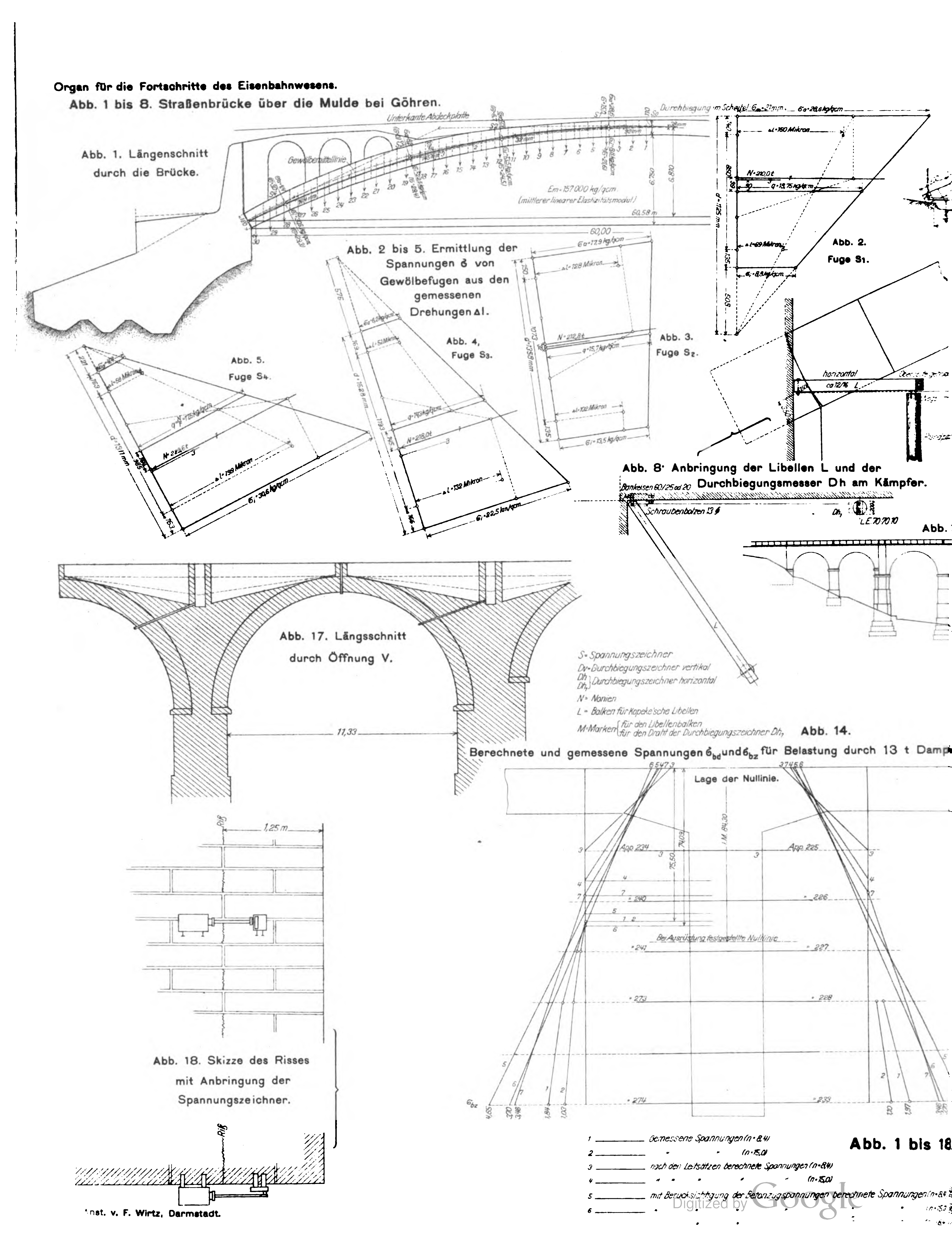



Abb. 1. Längenschnitt durch die Brücke.

Abb. 2 bis 5. Ermittlung der Spannungen σ von Gewölbefugen aus den gemessenen Drehungen Δl.

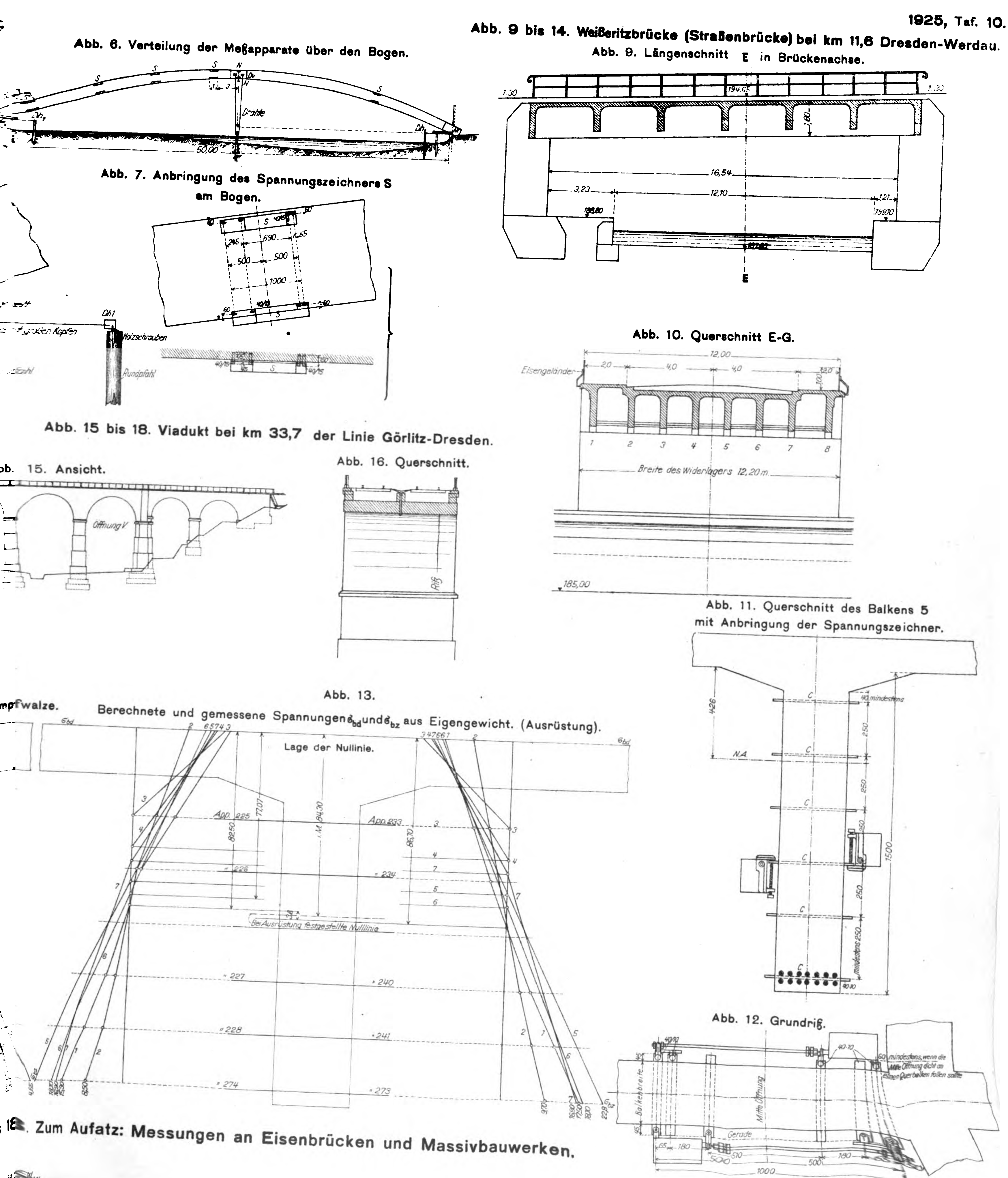
Abb. 14. Berechnete und gemessene Spannungen $\sigma_{bd}$ und $\sigma_{bz}$ für Belastung durch 13 t Damp…

Abb. 17. Längsschnitt durch Öffnung V.

Abb. 18. Skizze des Risses mit Anbringung der Spannungszeichner.

Abb. 1 bis 18.

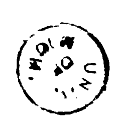
Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.




Zum Aufsatz: Messungen an Eisenbrücken und Massivbauwerken.



C. W. Kreidel's Verlag, München





## Abb. 1 bis 4. Zum Aufsatz: Messungen an Eisenbrücken und Massivbauwerken.

**Abb. 1. Anordnung der Spannungszeichner am Viadukt bei km 33,7 der Linie Görlitz-Dresden.**

Abb. 1a.

0 Lienie

11,33

Abb. 1b.

Abb. 1c.

linke Gewölbehälfte

rechte Gewölbehälfte

| Fahrt | Belastung | Spannungszeichner | | | | | Durchbiegung | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pkt 1 | 2 | 4 | 6 | 7 | 3 | 5 |
| 1 | DZug 110 | 0,032 | 0,283 | 0,575 | 0,446 | 0,132 | 0,445 | 0,515 |
| 2 | Gz 5006 | 0,034 | 0,332 | 0,615 | 0,519 | 0,153 | 0,585 | [illegible] |
| 3 | Gz 8106 G 72 | 0,034 | 0,347 | 0,630 | 0,557 | 0,155 | 0,575 | 0,55 |
| 4 | Pz 648 | 0,021 | 0,221 | 0,472 | 0,424 | 0,131 | 0,400 | 0,58 |
| 5 | Gz 5320 | 0,024 | 0,265 | 0,525 | 0,477 | 0,135 | 0,520 | 0,56 |

Fahrt 1 DZug 110.

Fahrt 2 Güterzug 5006.

Fahrt 3 Güterzug 8106 (Leerzug letzter Wagen schwer)

**Abb. 4. Grundriß der Stützmauer. (Abb. 3.)**

Meßpunkte 10 11 12 13 14 ← Die Zwönitz

nach Adorf

von Chemnitz

Km 9,4

**Abb. 13. Unterführung der Reichenhainerstraße Chemnitz-Südvorstadt.**

3,50

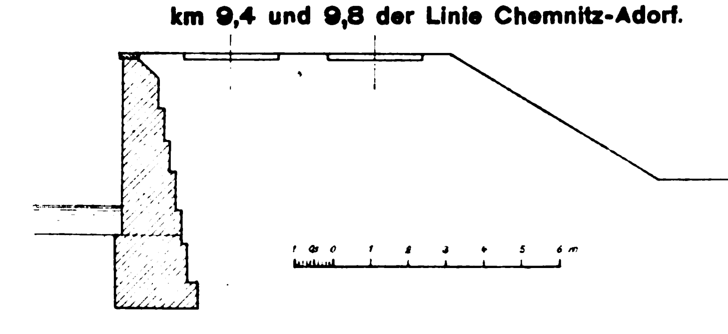


**Abb. 3. Querschnitt der Stützmauer zwischen km 9,4 und 9,8 der Linie Chemnitz-Adorf.**

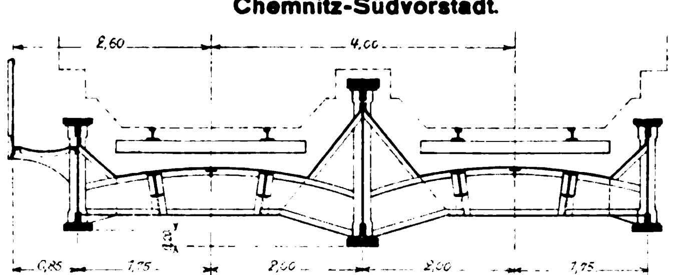
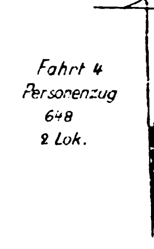


**Abb. 11. Unterführung der Reichsstraße. Chemnitz-Südvorstadt.**





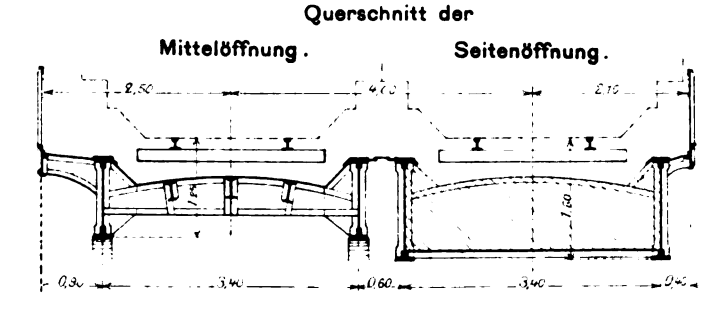


**Abb. 14. Bernsdorferstraße in Chemnitz. Querschnitt der Mittelöffnung. Seitenöffnung.**

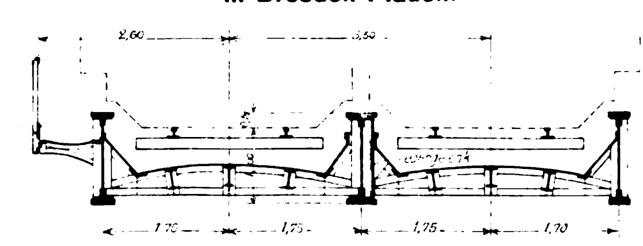
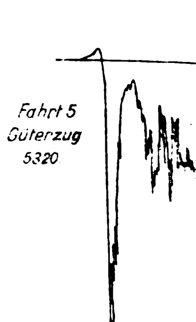


**Abb. 12. Unterführung der Würzburgerstraße in Dresden-Plauen.**





Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

# Abb. 5 bis 17. Zum Aufsatz: Brücken mit Kiesbettung bei der R. B. D. Dresden.

Abb. 2a bis 3.

Punkt 4.

a

b

c

d

e

**Abb. 5. Regelquerschnitt der Blechabdeckung.**

Links: Ältere Rechts: Neuere

Ausfürungsform.

**Abb. 15. Wirkungsweise der Bodenplatte.**

**Abb. 15a.**

**Abb. 16. Lastverteilung auf die Längsträger.**

a.) Ständige Last.

b.) Verkehrslast im geraden Gleis.

c.) Verkehrslast im Bogengleis bei ungünstigster Verteilung.

**Abb. 17. Biegungsbeanspruchung eines Regelquerträgers.**

a.) Lastanordnung.

b.) Trägerform.

c.) Regelquerschnitte.

d.) Biegungsmomente in tcm und Widerstandsmomente in cm³.

**Abb. 6. Regelquerschnitt am mittleren Querträger.**

bei beschränkter Bauhöhe. bei reichlicher Bauhöhe.

**Abb. 9. Stützung der Bodenplatte auf der Kammer.**

**Abb. 10. Längsschnitt.**

**Abb. 7. Querschnitt bei geringsten Bauhöhen.**

**Abb. 8. Längsschnitt am mittleren Querträger.**



C. W. Kreidel's Verlag. München.

**Abb. 1 bis 11. Zum Aufsatz: Sparbauweisen für Brücken i**

Abb. 2. Talbrücke Linie

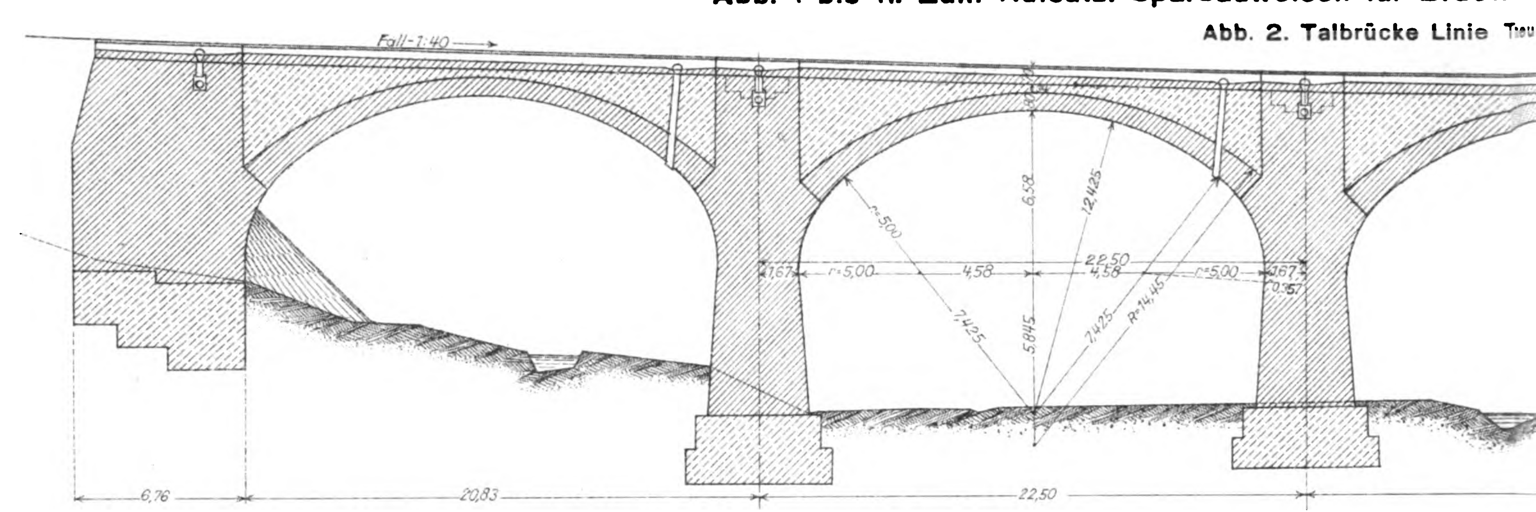



Abb. 4. Längsschnitt der Wesenitztalbrücke.

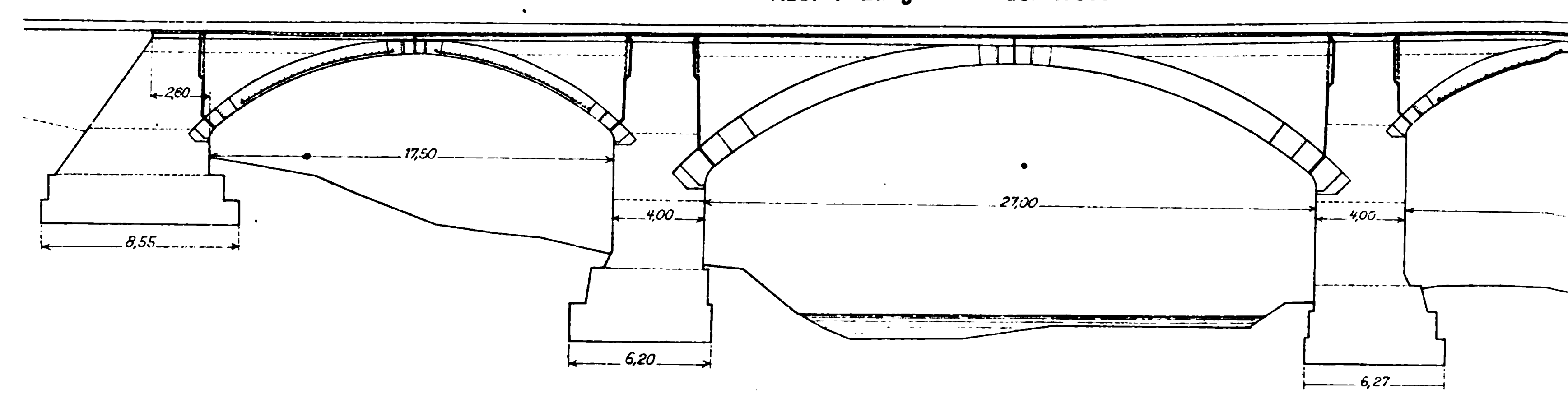



Abb. 9. Bügelbefestigung.

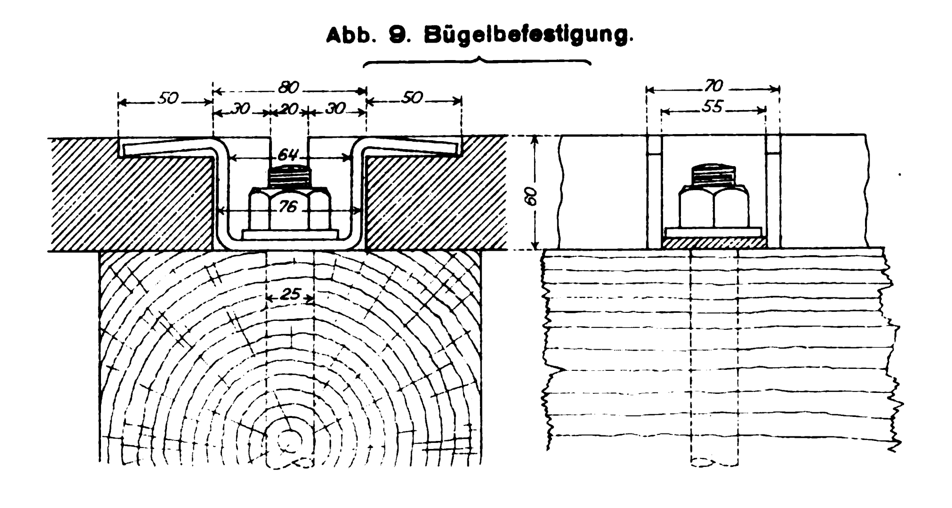
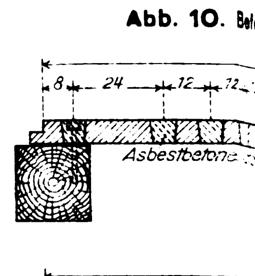



Abb. 10. Bef



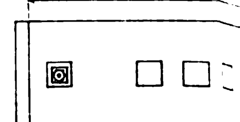



Abb. 11. Schlitzbefestigung.

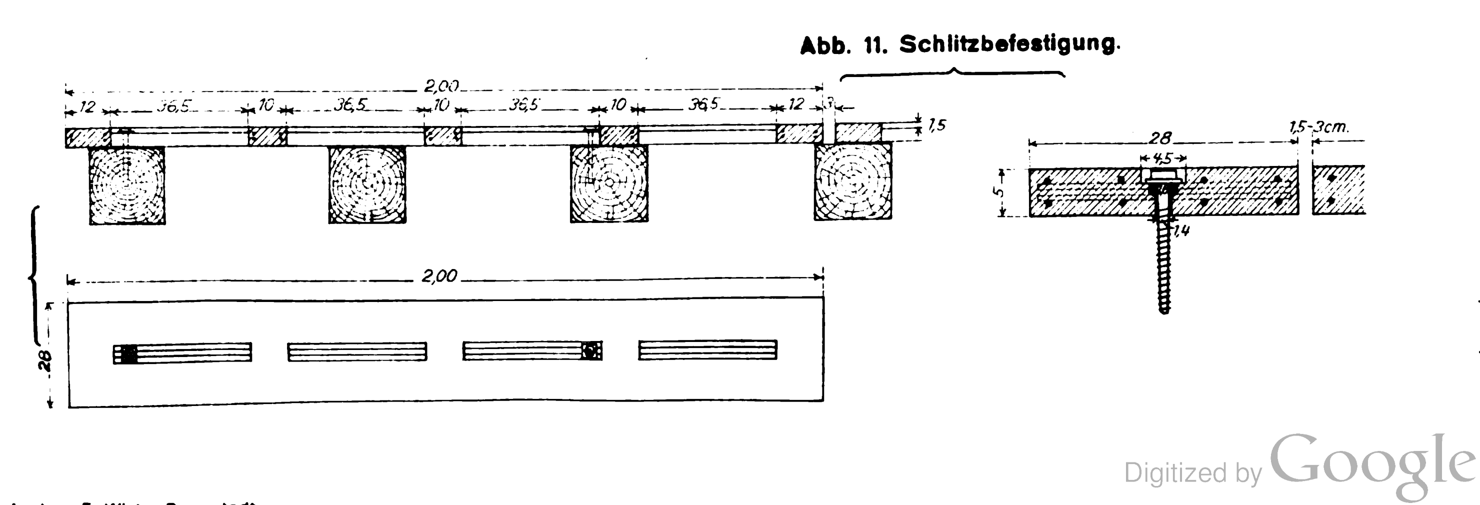
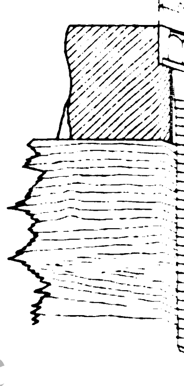



Abb. 8. Ga





Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

...rücken im Bereiche der Reichsbahndirektion Dresden.



...Linie Theuma-Plauen i. V.

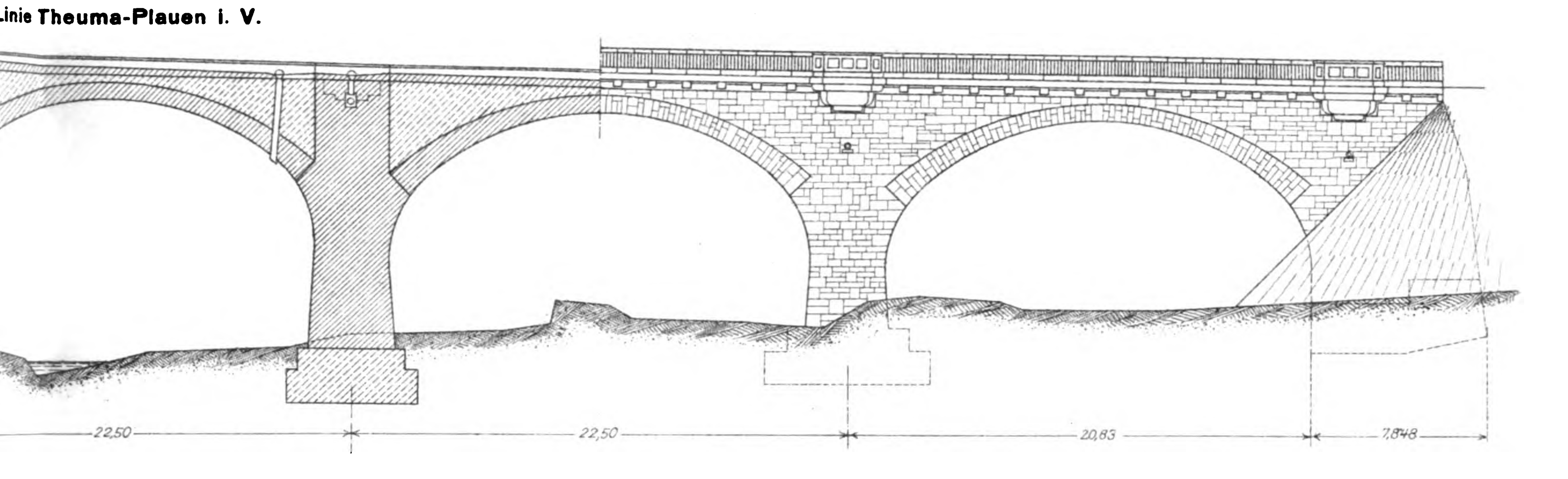



Abb. 5. Schnitt in der Mittelöffnung der Wesenitztalbrücke.

Abb. 1. Einzelringe für zweigleisige Gewölbebrücken.

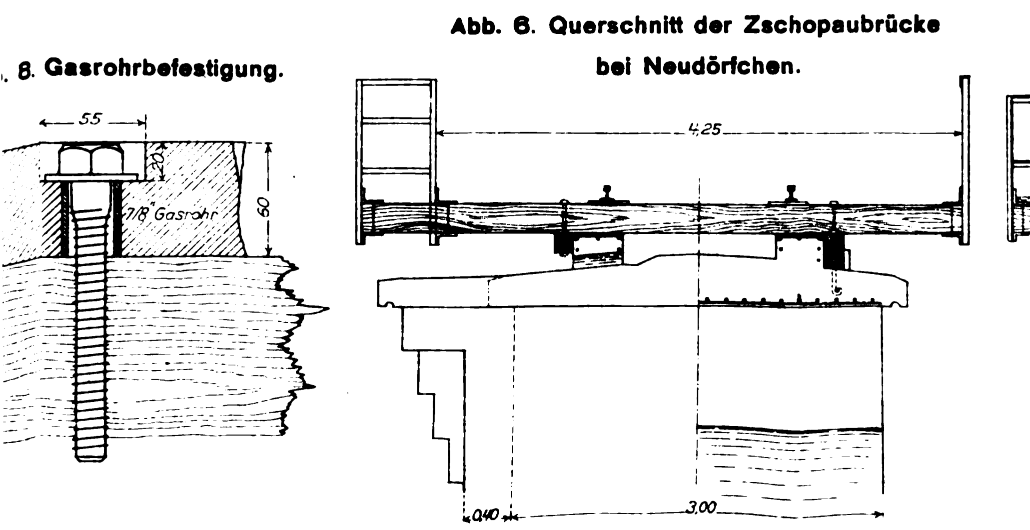
...10. Befestigung in Dübeln aus Asbestbeton.

Abb. 3. Querschnitt der Eisenbetonwanne auf der Linie Theuma-Plauen i. V.

Abb. 6. Querschnitt der Zschopaubrücke bei Neudörfchen.

Abb. 7. Fahrbahnanordnung auf Wölbbrücken mit Holzlangschwellen. Querschnitt.

... 8. Gasrohrbefestigung.






C.W.Kreidel's Verlag. München.



Abb. 1.

Abb. 1a.

Abb. 1b.

Abb. 1c.

Abb. 1d.

Abb. 1e.

Abb. 1f.

Abb. 1g.

Abb. 1h.

Abb. 1i.

Abb. 2. unbelastet

Abb. 2a. belastet

Abb. 3.

Abb. 5.

Abb. 4. Auflagerplatten für Brückenschwellen.

Abb. 4a. Grundriß.

**Abb. 1 bis 5. Zum Aufatz: Schwellenträgeranrisse und ihre Verhütung.**



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. C.W.Kreidel's Verlag, Münch



**Abb. 1 bis 6. Zum Aufatz: Zugbrücken für Eisenbahnverkehr.**



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt. C.W.Kreidel's Verlag, M

# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

**Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen**

**Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

**80. Jahrgang** **15. April 1925** **Heft 7**

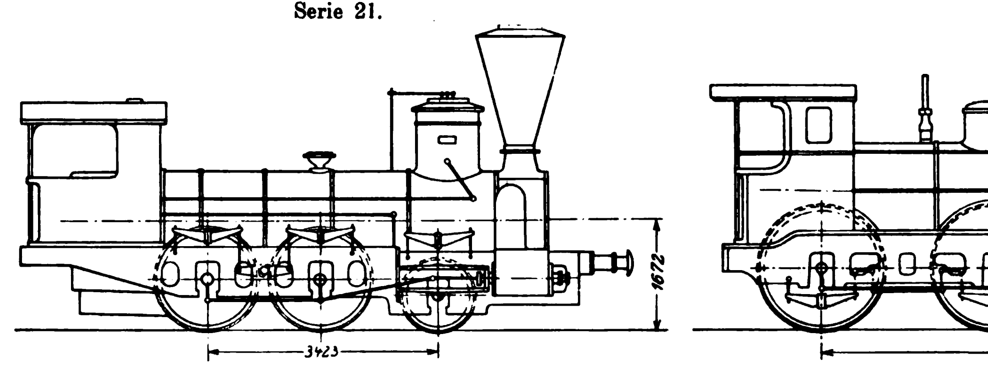
## Drei Jahrzehnte österreichischen Eisenbahnfahrzeugbaues.

Von Ing. J. Rihosek, Wien.

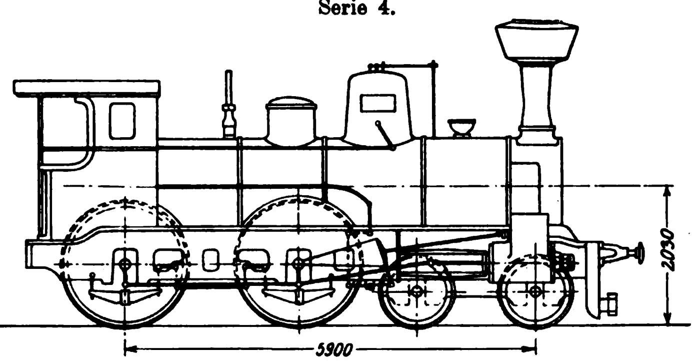
Die rasche Entwicklung des österreichischen Eisenbahnfahrzeugbaues in den letzten 30 Jahren fällt fast zusammen mit dem Bestehen des Eisenbahn- später Verkehrsministeriums, als oberste Verwaltungsstelle der Staatsbahnen, so daſs eine zusammenfassende Besprechung des Fortschrittes im Bau und der Entwicklung der österreichischen Lokomotiven, Eisenbahnwagen und deren Ausrüstungen auch zu einer Art Übersicht über die Tätigkeit der schaffenden Maschineningenieure dieses Ministeriums und der noch bestandenen Privatbahnen wird. Mit dem 1. Oktober 1923 hat bekanntlich das Verkehrsministerium aufgehört die oberste Verwaltungsstelle der Bundesbahnen zu sein, die Verwaltung der Bundesbahnen ging an eine Generaldirektion mit einem Verwaltungsrat über.

Abb. 1. Fortschritt im Bau der österreichischen Schnellzuglokomotiven in den Jahren 1870 bis 1901.

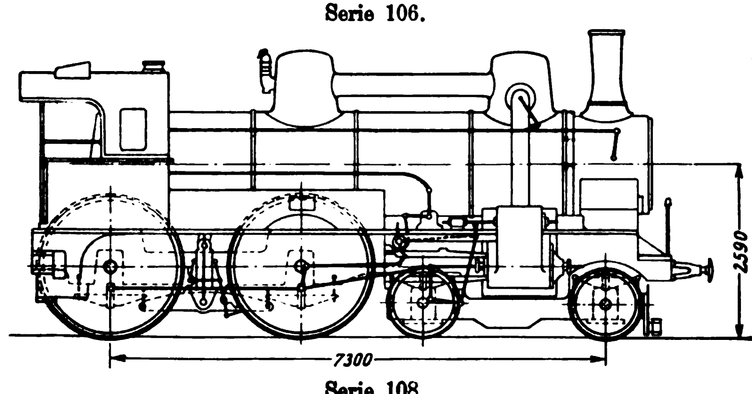
Serie 21.



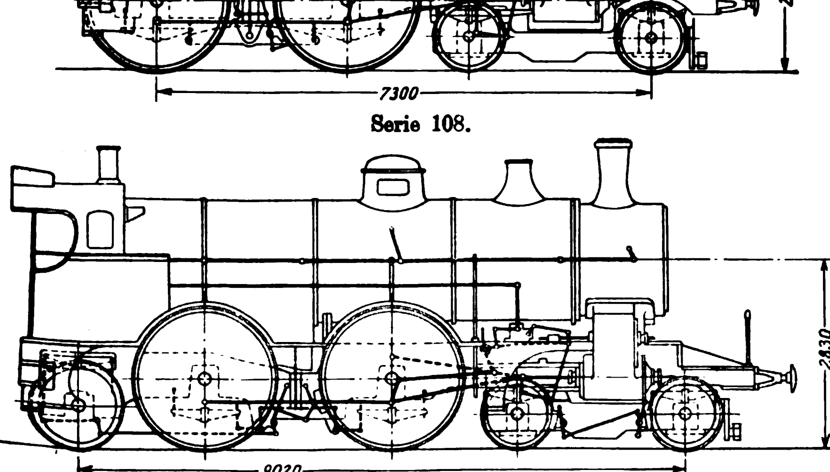

Serie 4.




Serie 106.




Serie 108.




| Lokomotivserie | 21 | 4 | 106 | 108 |
|---|---|---|---|---|
| Baujahr | 1870 | 1885 | 1898 | 1901 |
| Dienstgewicht in t | 35,4 | 45,1 | 55,7 | 68,3 |
| Preis in Kronen | 53200 | 53000 | 75400 | 93500 |
| Höchstleistung in PS | 350 | 550 | 900 | 1400 |
| erreichte Höchstgeschwindigkeit km/Std. | 80 | 110 | 120 | 140 |
| Preis für 1 PS in Kronen | 152,0 | 96,36 | 83,77 | 66,78 |
| Eigengewicht auf 1 PS | 101,1 | 82,0 | 61,9 | 48,7 |

Es soll nun versucht werden, kurz alle jene wichtigen Arbeiten und Erfolge im österreichischen Fahrzeugbau hervorzuheben, die einerseits für die ganz gewaltige Hebung und Verbesserung des österreichischen Eisenbahnverkehres notwendig waren, andererseits beispielgebend und beinflussend auf das Ausland wirkten.

### A. Lokomotivbau.

Die Entwicklung des österreichischen Lokomotivbaues ist mit dem Namen Gölsdorf*) untrennbar verbunden. Er war es, der im Lokomotivbau neue Wege wies, als dieser, bis dahin manchenorts durch Regelformen festgelegt oder durch Beschränkungen in der Beanspruchung von Oberbau und Brücken eingeengt, in der Entwicklung stillgestanden war. Er zeigte, daſs auch bei Einhaltung des in Österreich zugelassenen Höchst-Achsdruckes von $14^1/_2$ t es möglich ist, sehr leistungsfähige Lokomotiven zu bauen, wenn man durch geeignete Formgebung das Gewicht der Lokomotive auf die Leistungseinheit herabsetzt, so daſs die österreichischen Lokomotiven in dieser Hinsicht anfangs unerreicht vom Ausland waren. In der Abb. 1 ist diese Herabminderung des Gewichtes für die Pferdestärke anschaulich zum Ausdruck gebracht, wobei auch auf die Verminderung der Beschaffungskosten der Lokomotiven, ebenfalls bezogen auf eine Pferdestärke, hinzuweisen wäre. Mit Gölsdorf beginnt vom

*) Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins 1916. — „Die Lokomotive" 1916. — „Organ" 1916.

Jahre 1893 die Verbundlokomotive bei fast allen österreichischen Bahnen Fufs zu fassen, weil sie sich der bis dahin verwendeten Nafsdampf-Zwillingslokomotive in der Leistung und in der Wirtschaftlichkeit weit überlegen zeigte, wie schon vorher von der Kaiser Ferdinand-Nordbahn und der Staatseisenbahn-Gesellschaft mit einigen Verbundlokomotiven (mit Anfahreinrichtungen von Mallet, Linder und v. Borries) durchgeführte Versuche nachgewiesen hatten. Gölsdorfs einfache und verläfsliche Anfahrvorrichtung erleichterte die Einführung der Verbundbauart im In- und Ausland. Seine erste grofse bahnbrechende Schöpfung ist 1894 die 2 B Verbundschnellzuglokomotive Reihe 6, (Abb. 2) die eine Umwälzung im Schnellzugverkehr hervorbrachte. So wurde die Fahrzeit des damaligen

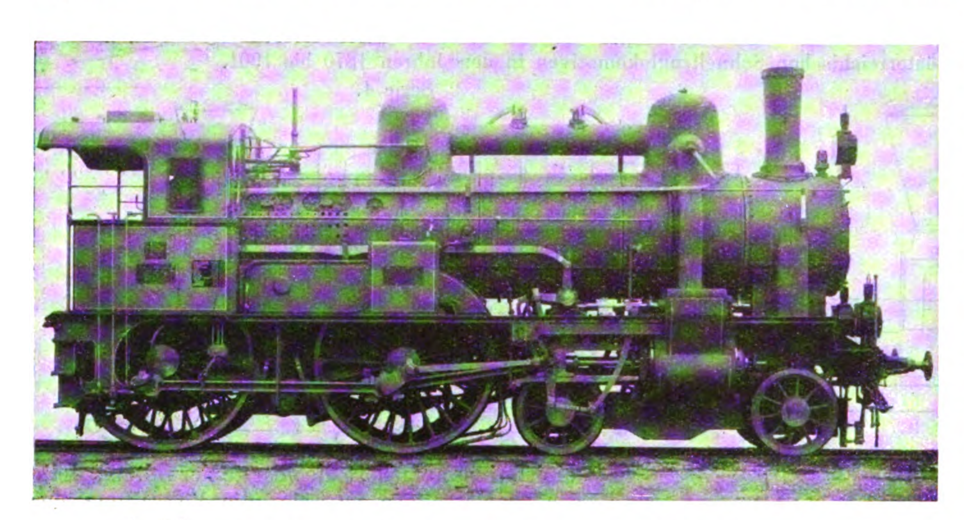


Abb. 2. 2 B-n 2 v Schnellzuglokomotive Reihe 6.

G = 55,4 t G₁ = 28,8 t H = 155 qm R = 2,9 qm p = 13 at

Abb. 3. E-n 2 v Güterzuglokomotive Reihe 180.

Luxus-Bäder-Schnellzugs Wien—Karlsbad von 12 auf 8 Stunden heruntergesetzt. Diese Schnellzuglokomotive wurde in der Floridsdorfer Lokomotivfabrik nach den Entwürfen Gölsdorfs, unter dem damaligen Chef des Konstruktionsbüros Oberingenieur Oesterreicher durchgebildet; die erstmalige Ausführung umfafste 3 Stück. Mit den später folgenden Umänderungen in die Reihen 106, 206 und 306*) wurde diese Lokomotivbauart in einer Anzahl von 240 gebaut. Dazu kommt noch eine Anzahl von Lokomotiven gleicher Bauart der österreichischen Südbahn.

Gleichzeitig mit der Reihe 6 liefs die Kaiser-Ferdinand-Nordbahn in der Lokomotivfabrik in Wiener Neustadt nach Entwürfen der Bahn und Durcharbeitung dieser im Konstruktionsbüro der Fabrik unter der Leitung des Oberingenieurs Löbel eine 2 B 1 Zwilling-Nafsdampf-Schnellzuglokomotive mit Aufsenrahmen und Aufsteckkurbeln bauen, welche Achsfolge damit erstmalig in der Welt auftrat. Kurz darauf erschien diese Bauart unter dem Namen »Atlantic« in Amerika.

*) „Organ" 1909.

Auch die Österr.-Ungar. Staatseisenbahn-Gesellschaft folgte dem Beispiel der Staatsbahnen nach und baute 1897 eine in den Abmessungen der Reihe 6 fast gleiche Drei-Zylinder-Verbund-Schnellzuglokomotive in ihrer Maschinenfabrik in Wien, deren Entwurf vom Vorstand des Konstruktionsbüros Oberingenieur Beutel stammte. Später, 1900, folgten dieser Lokomotive ähnliche Lokomotiven, jedoch mit Zwillingszylindern. Im Jahre 1906 erscheint mit unverkennbar gleichen Merkmalen wie Gölsdorfs Reihe 6, die zufällig auch mit S 6 bezeichnete 2 B Schnellzuglokomotive der preufsischen Staatsbahn, als Zwillings-Heifsdampf-Lokomotive wesentlich verstärkt und leistungsfähiger.

Gölsdorfs Weltruf begründete jedoch die von ihm nach den theoretischen Untersuchungen des Chefkonstrukteurs der Lokomotivfabrik Krauss & Co. in München, R. v. Helmholtz, in die Tat umgesetzte seitliche Verschiebbarkeit von Kuppelachsen mehrfach gekuppelter Lokomotiven. Erstmalig hat Gölsdorf die Verschiebbarkeit der 2. und 4. Kuppelachse bei einer vorzüglich gelungenen 1 D Nafsdampf-Verbundlokomotive Reihe 170 (gebaut in der Lokomotivfabrik Wiener Neustadt) erprobt, welche zunächst als Schnellzuglokomotive auf dem Arlberg, Semmering und Brenner ausgezeichnete Dienste leistend, später, während des Krieges, in vielen Hunderten nachgebaut, zur Hügel- und Flachland-Güterzuglokomotive wurde. Auf den mit dieser Lokomotive hinsichtlich leichten Kurvendurchlaufs gemachten sehr günstigen Erfahrungen fufsend, schuf Gölsdorf 1900 die erste fünffach gekuppelte, mit seitlicher Verschiebbarkeit der 1., 3. und 5. Achse versehene Güterzuglokomotive Reihe 180 (Abb. 3, erbaut in der Lokomotivfabrik Floridsdorf), deren Achsanordnung vorbildlich für alle fünffach gekuppelten Lokomotiven der Welt wurde.

Im Jahre 1905 entstand, in der Floridsdorfer Lokomotivfabrik erbaut, die erste 1 C 1 Vierzylinder-Verbund-Schnellzuglokomotive auf dem Kontinente, Reihe 110*) (in Amerika »Prairie«type genannt), die später vielfach in Ungarn, Italien, Oldenburg und auf dem Balkan Nachahmung fand. Mit dieser Lokomotive in vielen Einzelheiten sehr verwandt ist die 1906 entstandene 1 E Trockendampf-Vierzylinder-Verbund-Gebirgs-Schnellzuglokomotive Reihe 280 (Erbauerin St. E. G. Fabrik), welche beide Bauarten später (1909) unter Anwendung des Heifsdampfes, als Lokomotiven Reihe 10 und 380, an Leistungsfähigkeit gewannen. Die 1 E Vierzylinder-Verbund-Bauart fand in verwandter Ausführung auch in Bulgarien Eingang.

Hier sei erwähnt, dafs Gölsdorf seine Lokomotiven in einer gewissen Art normalisierte, indem die verwandten Bauarten eine Reihe von Einzelteilen, ja selbst Kessel, Räder und Dampfzylinder fast gleich haben, so dafs es nur einer

*) „Organ" 1906, Heft 1.

zusammenfassenden konstruktiven Bearbeitung dieser Teile bedarf, um sie bis in die letzten Maſse übereinstimmend zu gestalten.

In dem bisher geschilderten Zeitabschnitt waren auch die Privatbahnen gezwungen, leistungsfähigere Lokomotiven einzuführen. Die Südbahn übernahm, solange der Vater Gölsdorfs, Louis Gölsdorf, Maschinendirektor war, nur in Einzelheiten abgeändert, die Bauarten der k. k. Österreichischen Staatsbahnen. Die anderen Privatbahnen gingen meistens eigene Wege. Die bemerkenswerteste Erscheinung sind die 2 C Naſsdampf-Vierzylinder- und Dreizylinder-Verbund-Schnellzuglokomotiven mit unabhängigen Steuerungen für die Hoch- und Niederdruckzylinder von der St E. G. (Gerstner) und der österreichischen Nordwestbahn (Wehrenpfennig und Felsenstein)*), welche in der Maschinenfabrik der St. E. G. nach den Plänen des Vorstandes des Konstruktionsbüros Beutel erbaut wurden.

In Deutschland und Belgien waren mittlerweile die Vorzüge des Heiſsdampfes für Lokomotiven erkannt, eine gröſsere Anzahl von Lokomotiven war in bahnbrechender Weise nach den Patenten von W. Schmidt ausgeführt worden. Während die Österreichischen Staatsbahnen noch vorerst mit Einführung des Heiſsdampfes zögerten, wurde 1904 von der Lokomotivfabrik Krauss & Co. in Linz die erste normalspurige Schmidtsche Heiſsdampflokomotive Österreichs für die Bukowinaer Lokalbahnen geliefert. Diese Lokomotivfabrik, damals unter der Leitung des Direktors M. Faſsbender und seines Oberingenieurs Hauff stehend, pflegte hauptsächlich den Bau von regel- und schmalspurigen Tenderlokomotiven. Im Bau der letzteren nach eigenen Plänen, brachte diese Lokomotivfabrik, besonders in den vielen Lieferungen für die bosnisch-herzegowinischen Landesbahnen, die 760 mm Spur-Lokomotive zu einer hohen Entwicklung, so daſs diese Schmalspurlokomotiven in ihren Leistungen regelspurigen Lokomotiven durchaus nicht nachstehen. Eine nähere Beschreibung der hochinteressanten Bauarten verbietet leider der beschränkte Raum, es sei nur in Abb. 4 eine D Tenderlokomotive mit Gelenkkuppelstangen von Helmholtz gezeigt.

Nun beginnt rasch sich die Heiſsdampflokomotive in Österreich einzubürgern. 1905 folgt eine 1 C Personenzuglokomotive für die Böhmische Nordbahn, erbaut von der Ersten böhm. mähr. Maschinenfabrik in Prag-Lieben (Direktor W. Mařik) nach Entwürfen Kryspins. 1906 erhält die Aussig-Teplitzer Bahn eine 1 C 1 Heiſsdampf-Personenzuglokomotive von der Wiener-Neustädter Lokomotivfabrik, welche 1907 eine 2 C Heiſsdampf-Schnellzuglokomotive für die nunmehr verstaatlichte Kaiser-Ferdinand-Nordbahn ebenfalls liefert. Gleichzeitig läſst die St. E. G. in ihrer Wiener Fabrik 1 C Heiſsdampf-Güterzuglokomotiven bauen. Im Jahre 1908 erscheint bei den österreichischen Staatsbahnen die erste Heiſsdampf-Zweizylinder-Verbundlokomotive Reihe 306**), welche den Schluſsstein in der Entwicklung der 2 B Schnellzuglokomotive in Österreich bildet.

*) „Organ“ 1907.
**) „Organ“ 1909.

Als sich auf den westlichen und nördlichen Linien der österreichischen Staatsbahnen das Bedürfnis fühlbar machte, schwere Schnellzüge mit 90 und 100 km/Std. zu fahren, schuf Gölsdorf die 1 C 2 Vierzylinder-Verbundlokomotive, die anfangs (1908) mit Dampftrockner als Reihe 210, später 1911, als Heiſsdampflokomotive Reihe 310, ausgeführt wurde, welche letztere sich bis heute vorzüglich im schwersten Schnellzugverkehr bewährte. Zu gleicher Zeit mit Lokomotive Reihe 310, kam die erste sechsfachgekuppelte 1 F Heiſsdampf-Vierzylinder-Gebirgschnellzuglokomotive (Reihe 100) (Abb. 5) der Welt heraus, welche der Vorläufer für die später für die Württembergischen Staatsbahnen; von der Maschinenfabrik in Esslingen gebauten 1 F Schlepptenderlokomotiven und die von

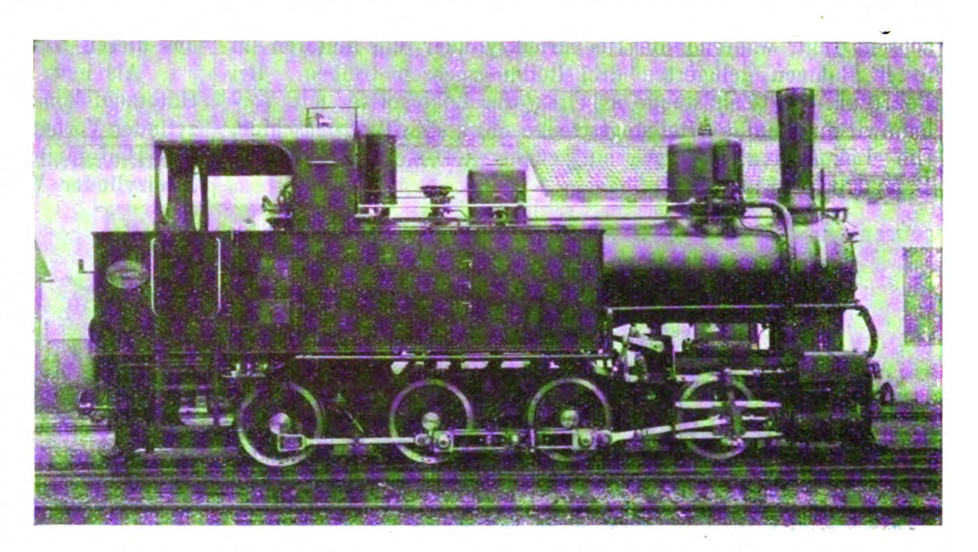


Abb. 4. D-h 2 v Schmalspur-Tenderlokomotive mit Gelenkkuppelstangen.

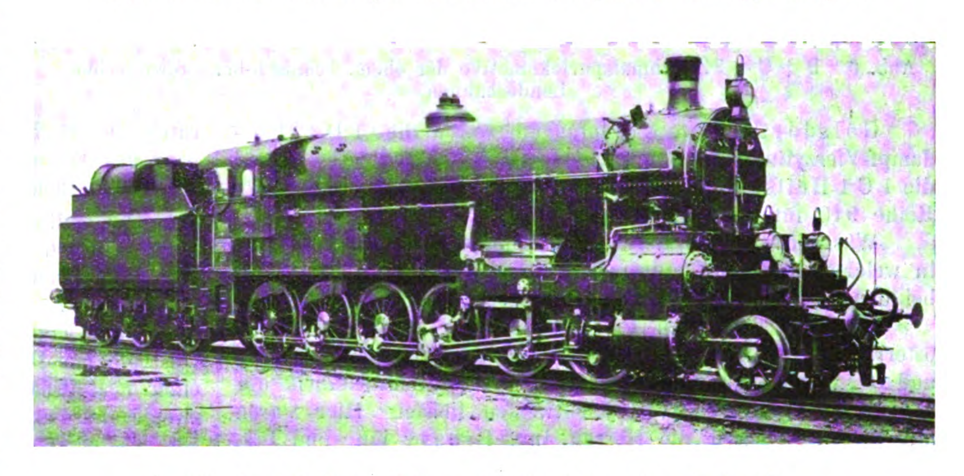


Abb. 5. 1 F-h 4 v Gebirgsschnellzuglokomotive Reihe 100.

der Hannoverschen Maschinenbau-A.-G. für die Staatsbahnen auf Java gelieferten 1 F 1 wie auch für die bulgarischen Staatsbahnen gebauten F Tenderlokomotiven, wurde.

Die 1 F Lokomotive Reihe 100 war seinerzeit bestimmt, den Verkehr auf der eingleisig ausgeführten zweiten Verbindungslinie nach Triest zu erleichtern, weil sie befähigt gewesen wäre viel gröſsere Zuglasten mit höheren Geschwindigkeiten zu befördern. Leider blieb es nur bei der ersten Probelokomotive, die sich im Betrieb bei allen Zuggattungen ausgezeichnet bewährt.

Eine zweite sechsfach gekuppelte Lokomotive konstruierte Gölsdorf als Abtsche Zahnrad-Reibungslokomotive (Reihe 269) für die Eisenerz-Vordernberger Bahn, welche, wie auch die Lokomotiven Reihe 210, 310 und 100 aus der Floridsdorfer

Lokomotivfabrik, damals unter der Leitung des Direktors Ingenieur Gussenbauer stehend, herausgebracht wurde. Bei der Durcharbeitung der Einzelteile dieser Lokomotiven fand Gölsdorf in den Ingenieuren der genannten Fabrik, Pillwax und Schindler, werktätige Mitarbeiter. Als Sondergebiet des Lokomotivbaues betreibt die Floridsdorfer Lokomotivfabrik den Bau von Zahnrad-Reibungslokomotiven Bauart Abt, welche für die Spur von 760 mm der bosnisch-herzegowinischen Landesbahnen als C 1 und C 2 Lokomotiven ganz besonders ausgebildet wurden. Eine sehr interessante Ausführung erfolgte im Jahre 1906, die wie aus Abb. 6 zu ersehen ist, eine Art Mallet-Lokomotive darstellt, welche auf dem vorderen zweiachsigen Drehgestell den als Niederdruckmaschine ausgeführten Zahnradmechanismus mit zwei Zahnradachsen trägt, während die Hochdruckzylinder die hinteren im festen Rahmen gelagerten drei Reibungsachsen treiben. Bei Fahrt auf der Zahnstange arbeitet die Lokomotive mit Verbundwirkung, auf der Reibungsstrecke nur als Zwillingsmaschine. Die Lokomotive ist auch mit einem Clench-Gölsdorf-Dampftrockner ausgerüstet.

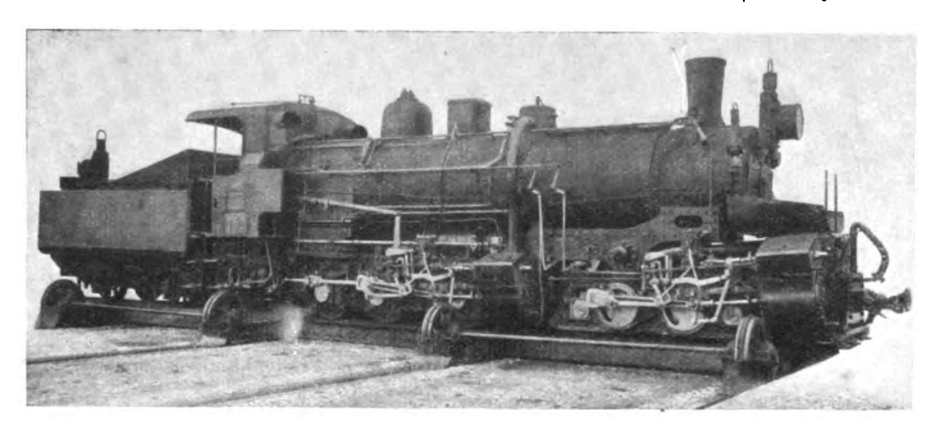


Abb. 6. B + C + 2Z Schmalspurlokomotive der ehem. bosnisch-herzegowinischen Landesbahnen.

Gölsdorf's letzte Schöpfungen waren die 1 D 1 Heifsdampf-Vierzylinder-Verbund-Schnellzuglokomotive Reihe 470 und die 1 C 1 Heifsdampf-Zwilling-Schnellzuglokomotive Reihe 910 für leichten Oberbau*).

Was Gölsdorfs Leistungen bedeuten, zeigt die Abb. 7 in welcher seine markantesten Lokomotivbauarten jenen die er bei den Staatsbahnen vorfand, gegenüber gestellt sind**).

Von den damaligen Privatbahnen war es besonders die österreichischen Südbahn, deren Maschinendirektoren Prossy und Dr. Schlöss neue Bauarten bei der Maschinenfabrik der St. E. G. (Direktor Nevole) entwerfen liefsen. Hier waren mit diesen Arbeiten die Herren Ing. Prossy jun. und Ing. Steffan befafst, deren Ergebnis die Schaffung der 2 C Schnellzuglokomotive Reihe 109, der 1 E Gebirgsschnellzuglokomotive Reihe 580, der 2 C 1 Personenzugtenderlokomotive Reihe 629, der 2 D Schnellzuglokomotive Reihe 570 und schliefslich der E Güterzuglokomotive Reihe 480 waren. Wenn auch bei diesen Lokomotiven die von Gölsdorf mit Recht vertretene Verbundanordnung verlassen und nur die Zwillingswirkung mit Heifsdampf angewendet wurde, so zeigen doch diese Lokomotiven unverkennbar die Schule Gölsdorfs.

Bei den übrigen Privatbahnen ist nur auf die 1 E 1 Tenderlokomotive der Buschtehrader Bahn, die von der Böhmisch-Mährischen Maschinenfabrik als erste in dieser Achsfolge in Österreich gebaut wurde und die 1 C Heifsdampf-Personenzuglokomotive der Aussig-Teplitzer Bahn, aus gleicher Fabrik***), hinzuweisen.

*) „Organ" 1923, Heft Nr. 8, Seite 155.
**) „Die Lokomotive" 1923, Seite 145.
***) „Organ" 1910.

Nach Gölsdorfs Tode 1916 war der Verfasser mit der weiteren Ausgestaltung des Lokomotivparkes der österreichischen Staats- bzw. Bundesbahnen betraut. Die Lehren des Krieges und der Folgezeit machten es zur Pflicht, der Wirtschaftlichkeit der Dampflokomotive gröfseres Augenmerk zuzuwenden. Es wurden daher eingehende Versuche mit Einrichtungen vorgenommen, die den Kohlenverbrauch herabzusetzen versprachen.

So wurde die Ventilsteuerung, Bauart Lentz, Abdampf- und Abgas-Speisewasservorwärmer, der Abdampfinjektor von Davies und Metcalfe und der Kleinrohr-Überhitzer von Schmidt erprobt. Auf die Versuchsergebnisse kann hier nicht näher eingegangen werden und es wird auf die diesbezüglichen Veröffentlichungen*) verwiesen. Nur eines sei erwähnt, dafs die Abdampf-Speisewasser-Vorwärmer-Fahrpumpe Bauart »Dabeg« aus diesen Versuchen als Siegerin hervorging.

Als neue Bauarten erschienen die 1 D Heifsdampf-Zwilling-Güterzuglokomotive Reihe 270**), (entstanden aus der Zweizylinder-Verbund Reihe 170) die 1 E Grofsgüterzuglokomotive, als Heifsdampf-Zwilling (Reihe 81) und als Heifsdampf-Zweizylinder-Verbund (Reihe 181)***) ausgeführt und die 1 E 1 Heifsdampf-Zwilling-Tendergüterzuglokomotive (Reihe 82)†). Die drei letzteren Reihen wurden in der Wiener-Neustädter Lokomotivfabrik (Direktor Moegle) gebaut, wo sich die Ingenieure Dr. Ritter und Seidl um die konstruktive Durcharbeitung verdient gemacht haben. Eine Anzahl der 1 E Lokomotiven erhielten Abgas-Vorwärmer oder »Dabeg« Fahrpumpe, Kleinrohrüberhitzer und Lentz-Ventilsteuerung.

In Abb. 8 ist eine dieser von der Lokomotivfabrik Krauss & Co. A.-G. in Linz gebauten Lokomotiven mit einer kleinen B Tenderlokomotive abgebildet, welch letztere dazu bestimmt ist Materialzüge durch das Profil eines Baggers zu befördern.

Nicht zu vergessen ist die Mitarbeit des leider nur allzufrüh verstorbenen Ministerialrates Dr. R. Sanzin††), dessen wissenschaftliche Arbeiten über das Wesen der Dampflokomotive zu den Ruhmesblättern österreichischen Eisenbahnwesens zählen.

Die endlich in Angriff genommene Verstärkung des Oberbaues auf 16 Tonnen Achsdruck auf der Hauptstrecke der Westbahn, ermöglichte den Entwurf neuer, verstärkter Bauarten, so einer 1 C 2 Heifsdampf-Vierzylinder-Verbund-Schnellzuglokomotive, einer 1 D Heifsdampf-Zwillingslokomotive mit Rädern von 1535 mm Durchmesser für Personen- und Güterzugdienst und einer E Heifsdampf-Zwilliugs-Tenderlokomotive für Verschiebezwecke auf grofsen Abrollbahnhöfen. Zu einer Ausführung kam es leider nicht. Auch ein Entwurf für eine sehr schwere 1 D 2 Schnellzuglokomotive lag vor.

Dagegen glaubte man von Seite des Zugförderungsdienstes eine 2 D Heifsdampf-Zwillings-Schnellzuglokomotive Reihe 113 nach Muster der Reihe 570 der Südbahn und der Kaschau-Oderbergerbahn Reihe It für den schweren Westbahn-Schnellzugverkehr einstellen zu sollen, obwohl diese Bauart für mittlere Gebirgsstrecken bis 20‰ Steigung gröfsere Eignung hätte. Diese sonst vorzüglichen Lokomotiven erhielten durchweg die »Lentz«-Ventilsteuerung und zum gröfsten Teil die »Dabeg« Pumpe (Abb. 9).

Zu berichten ist auch über einige Umbauten von Lokomotiven. So wurde im Jahre 1901 die aus dem Jahre 1871 stammende C Nafsdampf-Güterzuglokomotive der ehemaligen Kronprinz-

*) Zeitschrift des V. D. I. 1921, Seite 983; 1924, Seite 215.
**) „Die Lokomotive" 1917.
***) „Organ" 1924, Seite 8.
†) „Die Lokomotive" 1923.
††) „Organ" 1922 Seite 260.

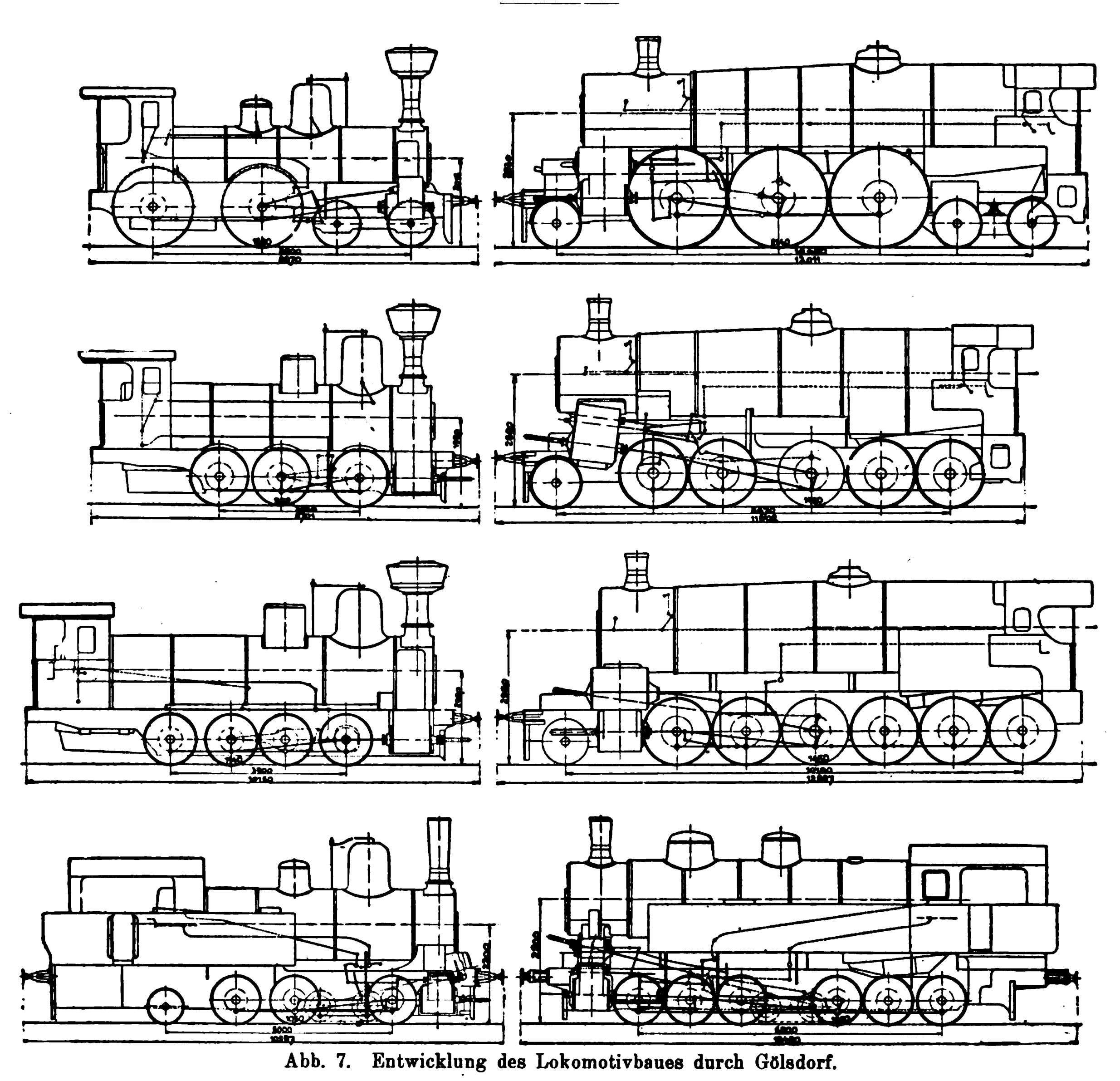


Abb. 7. Entwicklung des Lokomotivbaues durch Gölsdorf.

Zu Abbildung 7.

| Lokomotivbauart | Erstes Baujahr | Rostfläche qm | Dampfdruck at | Gesamt-heizfläche qm | Treib-gewicht t | Dienst-gewicht t | Leistung PS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 B Naſsdampf-Zwilling-Schnellzuglokomotive Reihe 4 | 1885 | 2,06 | 11 | 127,0 | 27,5 | 46,5 | 500 |
| 1 C 2 Heiſsdampf-Vierzylinder-Verbund-Schnellzuglokomotive Reihe 310 | 1911 | 4,62 | 16 | 256,3 | 44,1 | 86,0 | 1800 |
| C Naſsdampf-Zwilling-Güterzuglokomotive Reihe 56 | 1888 | 1,81 | 11 | 133,8 | 41,5 | 41,5 | 450 |
| 1 E Heiſsdampf-Vierzylinder-Verbund-Gebirgslokomotive Reihe 380 | 1909 | 4,46 | 16 | 230,7 | 70,0 | 31,1 | 1800 |
| D Naſsdampf-Zwilling-Güterzuglokomotive Reihe 73 | 1885 | 2,25 | 11 | 182,0 | 55,1 | 55,1 | 650 |
| 1 F Heiſsdampf-Vierzylinder-Verbund-Gebirgslokomotive Reihe 100 | 1911 | 5,00 | 16 | 296,0 | 82,2 | 95,8 | 2100 |
| C + 2 Z Abtsche Naſsdampf-Zwilling-Reibungs-Zahnradlokomotive Reihe 69 | 1890 | 2,1 | 11 | 145,0 | 45,0*) | 62,0 | 600 |
| F + 2 Z Abtsche Naſsdampf-Zwilling-Reibungs-Zahnradlokomotive Reihe 269 | 1912 | 3,3 | 13 | 195,7 | 81,8*) | 88,0 | 900 |

* Bei halben Vorräten.

Rudolf Bahn Nr. 34.29 in eine C 1 Tenderlokomotive nach Plänen des Verfassers in der Werkstätte Knittelfeld umgebaut*). Als bei den 1 C Nafsdampf-Zweizylinder-Verbund-Personenzugtenderlokomotiven Reihe 129 sich der Lauf nach rückwärts gegenüber den 1 C 1 Lokomotiven Reihe 229 weniger günstig erwies, wurden alle Lokomotiven Reihe 129 durch Hinzufügen einer hinteren Laufachse in Lokomotiven Reihe 229 umgebaut.

Die leider in viel zu grofser Zahl vorhandenen zweifach gekuppelten Schnellzuglokomotiven können bei den erhöhten Anforderungen des Verkehrs nicht immer vorteilhaft ausgenützt werden. Gölsdorf unternahm daher den Versuch aus den 2 B 1 Schnellzuglokomotiven Reihe 308 der ehemaligen Nordbahn 2 C Personenzuglokomotiven zu schaffen. Dem Umbau wurden unterzogen 3 Stück Lokomotiven Nr. 308.12, 308.36 und 308.38 in die 2 C Lokomotiven Nr. 227.12, 227.36 und 227.38**).

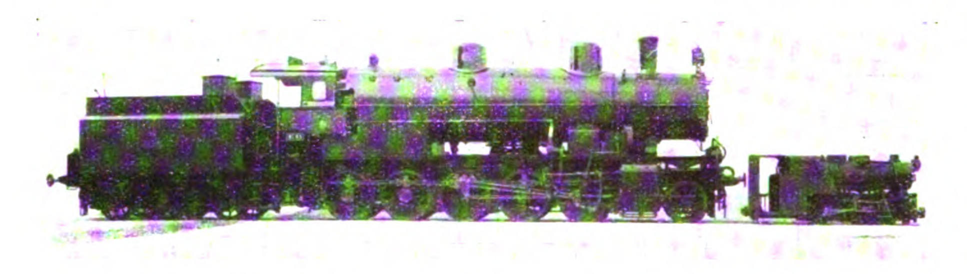


Abb. 8. 1.E-h 2 Güterzuglokomotive Reihe 81 und B-Bauzuglokomotive.

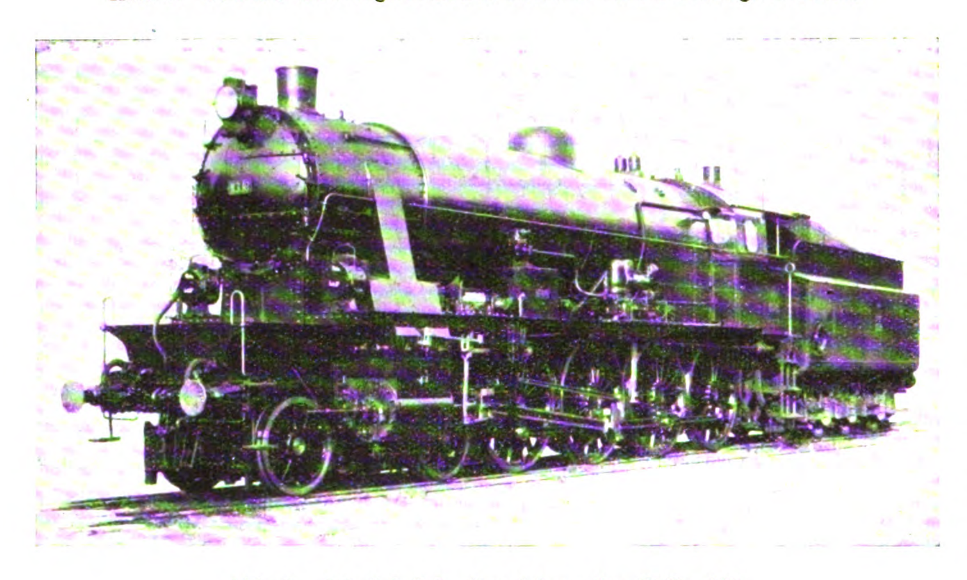


Abb. 9. 2 D - h 2 Schnellzuglokomotive Reihe 113.

Der erfolgreichste, 1923 begonnene Umbau, ist wohl jener der 2 C Nafsdampf-Zweizylinder-Verbund-Schnellzuglokomotiven Reihe 9 auf Heifsdampf-Zwillingslokomotiven mit Lentz-Ventilsteuerung und Zwischenhebeln, welche als »Reihe 409« bezeichnete Lokomotive wieder eine vollwertige Schnellzuglokomotive für nicht zu schwere Schnellzüge wurde.

Nicht der Vergessenheit anheimfallen sollen ferner die Verbesserungsversuche an Lokomotivkesseln. Die vielfach an Lokomotivfeuerbüchsen vorkommenden Schäden veranlafsten den seinerzeitigen Oberinspektor Ingenieur Brotan eine Feuerbüchse aus Röhren zu konstruieren, die neben einzelnen Ausführungen in Österreich grofse Verbreitung bei den Ungarischen Staatsbahnen fand. Doch konnte sich diese Konstruktion nicht dauernd einbürgern. — Zum Enthärten des Speisewassers vor dem Eintritt in den Kessel baute Inspektor Ingenieur Brazda (1903) einen zugleich als Wärmespeicher dienenden Kesselsteinabscheider, der bei einigen Lokomotiven in Dalmatien verwendet wurde, jedoch später hauptsächlich zur Enthärtung von Wasser bei Bierbrauereien Eingang fand. Auch Gölsdorf befafste sich mit dem Problem der Kesselsteinabscheidung aus dem Speisewasser vor dem Eintritt in den Kessel. Zu diesem Zwecke (1904) liefs er die Druckrohre der Injektoren in Taschen münden, in welchen die Kesselsteinbildner zum grofsen Teile ausfielen. Das Fehlen an geeigneten Abschlammorganen für diese Taschen brachte dieser Einrichtung keinen dauernden Erfolg. Später, 1915, wurde der Kesselspeisewasser-Reiniger Bauart Pecz-Rejtö und 1918 jener von Pogany an einer Reihe von Lokomotiven erprobt. Die Vorteile der Kesselsteinabscheidung werden jedoch erst dann im vollen Mafse fühlbar, wenn das regelmäfsige tägliche Abschlammen vor und nach jeder Dienstfahrt vorgenommen wird. Der Friedmannsche Abschlammschieber brachte 1920 die erste brauchbare Abschlammvorrichtung, deren Anwendung seitdem zur Regel wurde.

Der ungünstige Einflufs des in den Tunnellen der Wiener Stadtbahn niedergeschlagenen Auspuffdampfes auf die eisernen Deckenkonstruktionen veranlafste Gölsdorf bei einer 1 C 1 Stadtbahnlokomotive Nr. 30.83 eine Vorrichtung zum Niederschlagen des Auspuffdampfes in den Wasserkasten, nach englischem Vorbild, zu versuchen. Die Einrichtung bewährte sich jedoch nicht.

Gölsdorf erkannte die günstige Wirkung von tiefgestellten weiten Blasrohrköpfen auf Dampfentwicklung und kleineren Rückdruck auf den Kolben und verwendete diese Erkenntnis bei den meisten seiner Lokomotiven.

Bei einer Lokomotive der Reihe 80.900 versuchte er ein Spaltblasrohr mit ovalem Rauchfang behufs Verbesserung der Saugwirkung. Eine ganz gleiche Einrichtung erschien später in Amerika*).

Bevor Gölsdorf auf die Anwendung des Heifsdampfes überging, richtete er eine Reihe von Lokomotiven mit dem Clench-Dampftrockner ein, der zwar seinen Zweck voll erfüllte, jedoch bezüglich des Dichthaltens der Siederohre in drei Wänden und hauptsächlich wegen des Herausbringens der mit Kesselstein belegten Siederohre Schwierigkeiten gab. Aus gleichem Grunde schlug auch ein Versuch mit dem »Pielock«-Überhitzer bei drei Lokomotiven fehl.

Gölsdorf wandte auch der Verbesserung der Steuerungen sein Augenmerk zu. So versuchte er schon bei den ersten seiner Verbundlokomotiven entlastete Flachschieber, ersetzte die Kulisse bei der Heusinger-Steuerung an den Lokomotiven der Reihen 99, 199 und 178 (1 C und D Nafsdampf-Zweizylinder-Verbund-Tenderlokomotiven) durch Winkelhebel und Lenker, so dafs bei dieser Anordnung gleitende Reibung des Schwingensteins in Zapfenreibung umgewandelt wurde. Auch die Joy-Steuerung änderte er ab, indem er die Bewegung des Vertikallenkers nicht von der Treibstange, sondern von einer besonderen Stange ableitete. Bei einigen Stadtbahn-Lokomotiven Reihe 30 (1 C 1 Nafsdampf-Zweizylinder-Verbund-Tenderlokomotive) wurde versuchsweise das lineare Voreilen des Schiebers beseitigt, wodurch infolge Fehlens der Voreinströmung der Frischdampf-Gegendruck nicht auftritt.

Die 2 B Zweizylinder-Verbund-Schnellzuglokomotive Nr. 206.03 erhielt einen Überhitzer Gölsdorfs eigener Konstruktion, der

*) „Die Lokomotive" 1901.

**) „Die Lokomotive" 1923.

*) Siehe „Organ" 1923, Nr. 4, Seite 81 und Nr. 8, Seite 171.

in zwei unter dem Langkessel von der Feuerbüchse zur Rauchkammer führenden grofsen Röhren verlegt war. Dabei war eine Umschaltvorrichtung auf Nafsdampf desselben vorgesehen.

Gölsdorf verlängerte die Wasser-Fülltaschen der Tender über die ganze Länge des Wasserkastens, zur Erleichterung des Anhaltens beim Wasserkran, eine Lösung, die in Österreich allgemein wurde und auch im Ausland Verbreitung fand. Ferner wurde im Tenderwasserkasten ein schräg nach abwärts führendes Rohr eingebaut, das zur Aufnahme des Schürrhakens dient, um die Handhabung desselben zu erleichtern.

In Gölsdorfs Zeitabschnitt fällt die allgemeine Ausrüstung der Lokomotiven mit »Pop«-Sicherheitsventilen Bauart Coale, welche nach amerikanischem Muster die Firma Gebrüder Hardy ausführt. Ferner erhielten fast alle neueren Bauarten Friedmannsche saugende Restarting-Injektoren und Friedmannsche Schmierpumpen verschiedener Ausführungen. Auch ist die Einführung der Ölzerstäubung mit Dampf im Schieberkasten und Zylinder zu erwähnen.

Alle Lokomotiven wurden mit aufschreibenden Geschwindigkeitsmessern nach Bauart Haushälter, zum Teil nach Hasler, Schneider und Wahle-Junghans ausgerüstet.

Rauchverzehreinrichtungen von Langer und Schleyder standen geraume Zeit hindurch in Erprobung, jene von Marek war die Regelausführung. Zur Verminderung des Funkenflugs erhielten Güterzuglokomotiven verbesserte Kobel-Rauchfänge nach Angaben des Verfassers, ferner in der letzten Zeit Ablenkteller nach Hofrat Langer. Zur Erleichterung des Ausschlackens wurde bei einer grofsen Zahl von Lokomotiven das kippbare Rostfeld, Bauart Rescny (Titanrost) eingeführt.

Die Überproduktion an Rohöl in Galizien senkte (1908) den Preis hierfür so, dafs dieses, entbenziniert, mit der Kohle in Wettbewerb treten konnte. Die Staatseisenbahnverwaltung, die Vorteile der Heizölfeuerung erkennend und die heimische Industrie fördernd, führte die Heizölfeuerung unter Anwendung der Holdenschen, von Gebrüder Hardy verbesserten Bläsern, in Galizien und den Alpenbahn-Tunnelstrecken bei vielen Hunderten von Lokomotiven ein. Das Wiederhinaufschnellen des Preises des Rohöles auf dem Weltmarkt machte jedoch noch vor Kriegsbeginn der Heizölfeuerung ein Ende.

Das Vorräumen von Kohle auf dem Tender erfordert viel Zeit und Arbeitskräfte. Zur Erleichterung dieser Arbeit für den Heizer wurde eine Kohlenvorräumvorrichtung nach Angaben des Oberbaurates Ingenieur Halla versucht, die aus Bunkern mit beweglichem Boden, die durch ein Windwerk herangeführt werden, besteht. Gröfsere Verbreitung fand diese Einrichtung bei den tschechoslovakischen Staatsbahnen.

Die Erprobung der Lokomotiven war anfangs recht behelfsmäfsig, da die notwendigen Mefsapparate fehlten. Später wurde ein alter zweiachsiger Salonwagen für Bremsversuche und auch für die Untersuchung der Lokomotiven mit verschiedenen Mefsapparaten ausgestattet, darunter auch mit einem Zugkraftmesser nach der Bauart Felsenstein. Maihaksche Fernschreib-Indikatoren wurden beschafft, so dafs die Durchführung der Erprobung der Dampflokomotive auf eine mehr wissenschaftliche Grundlage gestellt werden konnte. In dieser Hinsicht erwarb sich Ministerialrat Dr. Sanzin grofse Verdienste. Nach dessen Tode übernahm Oberbaurat Ingenieur Lehner die Durchführung der Versuche.

Als in den Jahren 1905 bis 1906 wieder einmal der Ruf nach Triebwagen, zur Verbilligung des Betriebes auf Lokalstrecken und Lokalbahnen, laut wurde, sah sich die österreichische Staatseisenbahnverwaltung veranlafst, Versuche mit Dampftriebwagen wie auch mit leichten, durch kleine Lokomotiven gezogenen Zügen anzustellen.

Von Dampftriebwagen kamen die Bauarten Serpollet, Dion et Bouton, Turgan-Foy, Stoltz und Komarek zur Erprobung. Am besten bewährte sich die letztere Bauart, doch verschwand auch sie später aus dem regelmäfsigen Betriebe.

Der Abschnitt über den Lokomotivbau kann nicht abgeschlossen werden ohne auch der Konkurrenten der Dampflokomotive, d. i. der elektrischen und der Diesel-Lokomotiven Erwähnung zu tun. Für die auf elektrischen Betrieb umgewandelten Strecken Innsbruck—Bludenz und Steinach—Irdning—Attnang kommen 1 C 1, 1 C + C 1, E, 1 AAAA 1 und 1 D 1 Lokomotiven in Verwendung.

Was die Ausbildung der Diesel-Lokomotive betrifft, so befafst sich die Grazer Waggon- und Maschinenfabrik A.-G. vorm. Joh. Weitzer, eingehend mit dieser Frage, wobei das hydraulische Getriebe Bauart Lentz als Übertragungsvorrichtung vom Diesel-Motor auf die Triebräder benützt wird. Nach eingehenden vorhergegangenen Untersuchungen durch Direktor K. A. Fieber wurden von der genannten Firma 1924 zwei 60 PS-B Diesel-Lentz-Verschiebe-Tenderlokomotiven ausgeführt, von welchen die eine bei Versuchen bei den österreichischen Bundesbahnen, die andere bei Versuchen in England, die Eignung für den Eisenbahnbetrieb erbrachten*). (Schlufs folgt.)

*) „Organ“ 1924, Seite 360.

## Schienenschweifsung im Eisenbahnbau.

**Von Regierungsbaumeister a. D. Wattmann, Berlin.**

Wie in den Jugendtagen der Eisenbahn ist auch heute noch der Schienenstofs ein ungelöstes Problem unseres Oberbaues, der in ihm seine schwächste Stelle hat und von dem der überwiegende Teil aller Gleisschäden seinen Ausgang nimmt. Die ganze regelmäfsige Unterhaltungsarbeit am Gleis dreht sich mehr oder minder um den Schienenstofs! An ihm sind die Laschenbolzen fortgesetzt zu prüfen und nachzuziehen, an ihm schlägt sich die Fahrfläche der Schienen aus, an ihm werden die Laschenkammern ausgearbeitet, nutzen sich zugleich die Laschen selbst ab und müssen nebst Laschenbolzen erneuert werden. Vom Stofs ausgehend und nach der Schienenmitte schnell abnehmend lockern sich die Befestigungsmittel der Schienen auf den Schwellen, kommen zum Verschleifs und müssen erneuert werden. Die dem Stofs benachbarten Schwellen erfahren in gleicher Weise die bei weitem gröfste Abnutzung und sind am ehesten auszuwechseln, und am Stofs ist endlich überwiegend die Unterstopfung der Schwellen erforderlich.

Demgegenüber treten sehr viel später und in sehr viel geringerem Grade diese Schäden nach der Schienenmitte zu auf, so dafs der aufserordentlich grofse Einflufs des Stofses auf die Unterhaltungsarbeiten und Unterhaltungskosten unverkennbar ist. Indem der Stofs die Ursache eines grofsen Teiles aller Gleisschäden ist, beeinträchtigt er naturgemäfs auch die Lebensdauer des Gleises und führt zu seiner vorzeitigen Auswechslung. Vielleicht nicht weniger grofs, aber nicht so offensichtlich und nicht so nachweisbar ist der schädliche Einflufs des Schienenstofses auf das rollende Material, insbesondere auf die Lokomotive. Für elektrische Bahnen hat er noch den besonderen Nachteil, dafs er für die elektrische Rückleitung Schienenverbinder nötig macht, die in mehrfacher Beziehung die Quelle von allerlei Mifsständen sind. Es ist einleuchtend, dafs ein Fortfall der Schienenstöfse oder eine Verringerung ihrer Zahl in entsprechendem Mafse eine Verringerung der Unterhaltungskosten der Gleise und der Betriebsmittel und eine Verlängerung ihrer Lebensdauer bedingen würde.

Die zur Zeit bei den meisten Eisenbahnen üblichen Schienenlängen von 15 m sind in erster Linie aus Transportrücksichten gewählt, demnächst auch, weil längere Schienen gröfsere Abfall-

enden bei der Walzung bedingen und dadurch die Kosten erhöhen; in letzter Linie vielleicht auch mit Rücksicht auf die Gröfse der Temperaturlücken im Schienenstofs, die von der Schienenlänge abhängig sind. Die Technik der Schienenschweifsung erlaubt heute, ein ununterbrochenes Schienengestänge an Ort und Stelle in beliebiger Länge herzustellen, ohne dafs dabei die Kosten übermäfsig hoch werden. Da hierbei die Transportschwierigkeit naturgemäfs ebenfalls ausscheidet, gewinnt die Frage der Schienenlänge ein durchaus neues Gesicht und ist daher auch von neuen und anderen Gesichtspunkten aus zu betrachten als bisher.

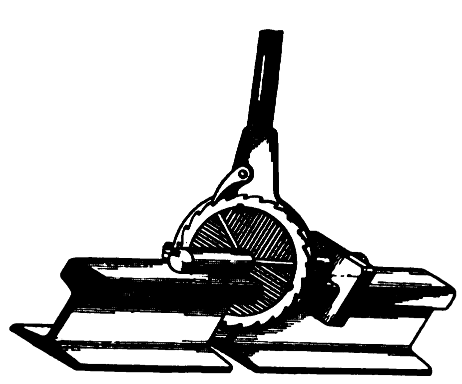


Abb. 1. Handfräser zur gleichzeitigen Bearbeitung beider Schienenenden.

Die Schweifsung von Strafsenbahnschienen wurde vor rund 25 Jahren in die Technik eingeführt und hat seit dieser Zeit infolge ihrer aufserordentlichen Vorzüge mehr und mehr an Boden gewonnen, so dafs sie heute im Begriff ist, bei den Strafsenbahnen die Verlaschung ganz und gar zu verdrängen.

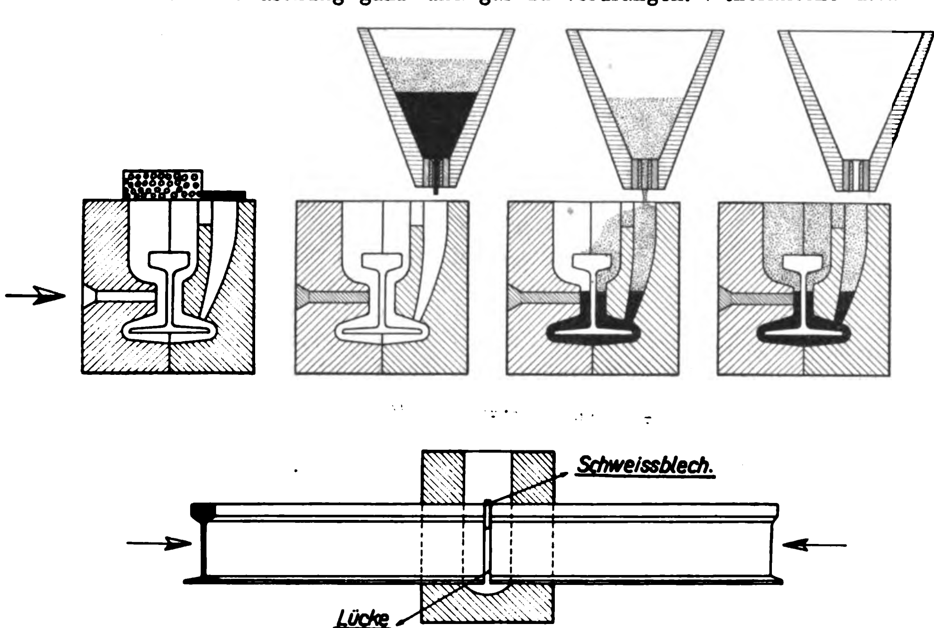



Abb. 2. Darstellung des Vorganges einer aluminothermischen Schweifsung nach dem kombinierten Verfahren.

Auf der Grundlage langjähriger und reicher Erfahrungen im Strafsenbahnbau haben sich zwei Verfahren der Verschweifsung herausgebildet, die heute je nach Lage der Verhältnisse nebeneinander Verwendung finden, nämlich die elektrische Laschenschweifsung und die aluminothermische Stofsschweifsung. Das erstere, jüngere Verfahren, an das man anfangs grofse Erwartungen knüpfte, hat diese nicht erfüllt, da die Lebensdauer solcher Schweifsungen nur eine begrenzte ist und je nach der Beanspruchung der Gleise im Mittel nur etwa 2 bis 6 Jahre beträgt. Diese Art der Schweifsung wird daher in der Regel nur dort angewendet, wo es sich darum handelt, alte verlaschte Gleise mit geringen Kosten noch einige Jahre betriebsfähig zu erhalten. Für die Eisenbahn wird hiernach die elektrische Schweifsung kaum irgendwelche Bedeutung haben. Im Gegensatz zu dieser hat die aluminothermische Schweifsung sich nach Überwindung einiger Kinderkrankheiten in jeder Beziehung bewährt und heute einen aufserordentlich hohen Grad der Einfachheit, Festigkeit und Zuverlässigkeit erreicht. Ein solcher Stofs fügt dem Schienengewicht nur etwa 2 bis 3 kg, je nach Profilgröfse, hinzu und erfährt eine der durchgehenden Schiene vollkommen gleiche Abnutzung, verliert daher auch gänzlich den Charakter des Stofses und macht sich im Gleis überhaupt nicht mehr bemerkbar. Durch ein jüngst eingeführtes Benzinvorwärmeverfahren sind aufserdem die Kosten der Schweifsung soweit herabgedrückt, dafs ein geschweifstes Gleis sich kaum teurer stellt als ein gut verlaschtes.

Die aluminothermische Schweifsung beruht auf der starken Neigung des Aluminiums, bei höheren Temperaturen (über 1100° C) sich mit Sauerstoff zu verbinden und ihn dabei aus anderen Verbindungen zu lösen. Erhitzt man ein eisenaluminothermisches Gemisch, bestehend aus rund einem Teil gekörnten Aluminiums und drei Teilen Eisenoxyd, (von Th. Goldschmidt unter der Schutzmarke »Thermit« in den Handel gebracht und unter diesem Namen heute allgemein bekannt) an einer Stelle bis auf die kritische Temperatur von 1100°, so vollzieht sich unter starker Wärmeentwicklung der Übergang des Sauerstoffs vom Eisen zum Aluminium, und es entsteht reines Eisen und Aluminiumoxyd (Tonerde), beide in flüssigem Zustand, wobei infolge ihrer verschiedenen spezifischen Gewichte sich das Eisen als untere Schicht von dem als Schlacke darauf schwimmenden Aluminiumoxyd abscheidet. Um die aluminothermische Reaktion, deren Produkte dabei eine Temperatur von etwa 3000° gewinnen, zur Schienenschweifsung zu benutzen, werden vorher die zu verschweifsenden Schienen in dem oberen Profilteil ihrer Stirnflächen sauber ebenflächig mittels eines besonderen, sehr einfachen, mit Hand zu betätigenden kleinen Fräswerkzeugs (Abb. 1) bearbeitet; sodann wird zwischen die Schienenköpfe ein dünnes Schweifsblech geschoben und mittels eines Klemmapparates zwischen den Schienen festgeklemmt. Dann bleibt im Schienensteg und Schienenfufs eine der Schweifsblechdicke entsprechende Lücke, während im Schienenkopf die Stofsfuge durch das Schweifsblech dicht geschlossen ist. Nunmehr wird der Schienenstofs mit einer zweiteiligen, vorher vorbereiteten Form aus feuerfestem Formsand (Abb. 2) umbaut, die einen rund um die Stofsfuge laufenden kanalartigen Hohlraum frei läfst, sonst aber dicht an den Schienen anliegt. Die Form besitzt ähnlich wie Giefsformen eine Eingufsöffnung und ist oben über dem Schienenkopf offen. Eine weitere Öffnung dient zur Einführung von vergastem Benzin in Mischung mit Luft, das in der Form zur Verbrennung gebracht wird und in etwa 8 bis 10 Minuten die Schiene, sowie die innere Formwandung auf Dunkelrotglut vorwärmt (Abb. 3). Die Reaktion des Thermits findet in einem von unten abzustechenden Spitztiegel statt, aus dem beim Abstich zunächst das Eisen, sodann die Schlacke abfliefst. Das Eisen füllt sofort den unteren Teil der Form und verschmilzt mit den Schienen zu einem zusammenhängenden Ganzen, gleichzeitig einen verstärkenden Wulst an der Schweifsstelle bildend (siehe Abb. 4). Der obere Teil der Form wird mit Schlacke gefüllt, welche die Schiene nicht auflöst, sich mit ihr auch nicht verbindet, sondern lediglich eine weitere starke Erwärmung bewirkt, so dafs nach einigen Minuten der Schienenkopf in seinem vollen Querschnitt auf helle Weifsglut gebracht ist. Mit dem schon vorerwähnten Klemmapparat (Abb. 5) findet dann ein Gegen-

einanderpressen der Schienenstirnflächen statt, und es kommt eine Stauchung und überaus vollkommene Druckschweifsung im Schienenkopf zustande.

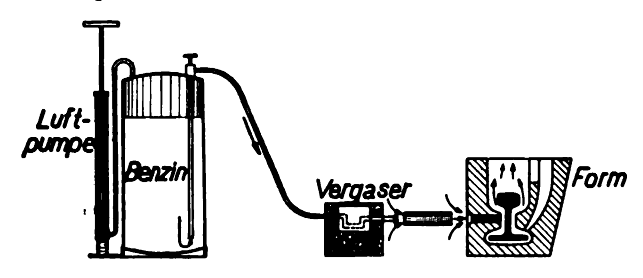



Abb. 3. Vorwärmung mit Benzin.

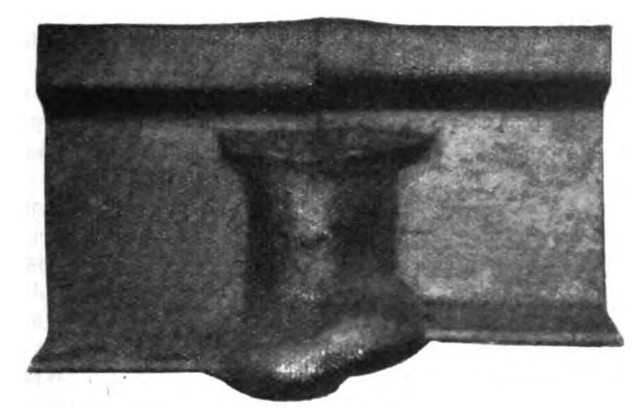


Abb. 4. Aluminothermisch geschweifster Übergangsstofs.
(Der Stauchwulst in der Fahrfläche bedarf noch der Befeilung.)

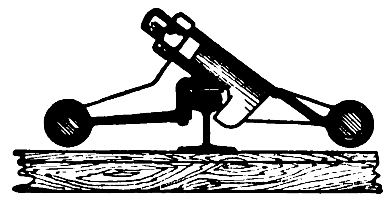
Dieses sogenannte kombinierte Verfahren, bei dem im unteren Teil des Profils eine Schmelz-, im oberen eine Druckschweifsung eintritt, schafft im Schienenfufs einen gegen Zugkräfte sehr widerstandsfähigen, durch den Schweifswulst im Querschnitt verstärkten Stofs, im Kopf aber eine durch Fremdmaterial nicht unterbrochene Fahrfläche (das dünne Schweifsmaterial übt erfahrungsgemäfs keine nachteilige Wirkung aus).

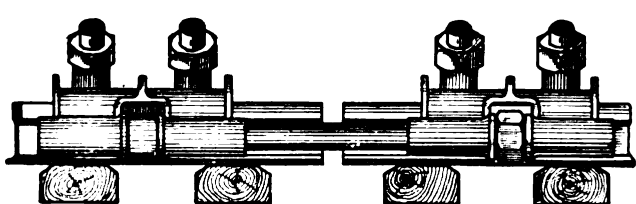
Die für die Schweifsung benötigten Geräte und Werkzeuge sind nicht zahlreich, einfach und leicht zu bedienen. Das schwerste Gerät ist der Klemmapparat, den aber 2 bis 3 Mann noch bequem tragen können. Das Gewicht einer Schweifsportion bewegt sich bei den üblichen Vignolprofilen zwischen 3 und $5^1/_2$ kg und der Preis hierfür beträgt rund 9 bis 15 ℳ. In etwa drei Wochen kann jeder Arbeiter zur Ausübung des Verfahrens angelernt werden und ist dann befähigt, selbständig zu schweifsen. Es gehört keinerlei Geschicklichkeit dazu, sondern lediglich die Befolgung der dauernd gleichbleibenden Handgriffe und Verrichtungen. Eine Kolonne von 6 bis 8 Mann kann in einer 8-Stundenschicht 12 bis 14 Stöfse schweifsen.

Aus dem vorhergesagten ist zu entnehmen, dafs die Technik der Schienenschweifsung auf fester, durch langjährige Erfahrungen gesicherter Grundlage steht, und dafs die Frage der Schweifsung von Eisenbahngleisen heute nicht mehr als eine schweifstechnische Aufgabe, sondern lediglich als ein **gleistechnisches Problem** zu betrachten ist.

Bei den sehr verschiedenen Bedingungen und Verhältnissen, unter denen im Gesamtgebiet des Eisenbahnbaues Gleise betrieben werden, sind die Anforderungen an den Oberbau auch überaus mannigfaltig, und dementsprechend sind die Bedenken und Einwendungen, welche gegen die Schweifsung von Schienenstöfsen erhoben werden können, ebenfalls sehr verschieden. In ihrer Gesamtheit aber lassen sich die Einwände in drei Gruppen teilen: die erste betrifft die Frage der Temperatur-Ausdehnung der Schienen, die zweite die Schwierigkeit der Durchführung von Schweifsungen ohne Betriebsstörung, wobei auch die Ausbesserung von Schienenbrüchen zu erörtern ist, die dritte die wirtschaftliche Verwendung der Baustoffe beim Aus- und wieder Einbau von Schienen aus stark belasteten Strecken in solche minderer Betriebsbeanspruchung.

Bei Neuverlegung von Gleisen werden heute allgemein die Stöfse mit Lücken verlegt, die der jeweiligen Temperatur derart entsprechen, dafs die Schienen sich bis zu den höchsten Temperaturen frei ausdehnen können. Schon verhältnismäfsig kurze Zeit nach der Verlegung kann man aber in sehr vielen Fällen beobachten, dafs die Stofslücken nicht mehr gleichförmig grofs sind. Infolge des Befahrens der Schienen sind grofse Gruppen von Schienen enger aneinandergeschoben, andere Gruppen wieder auseinandergezogen. Auch im Winter kann man oftmals längere Gleisstrecken beobachten, die keine oder nur sehr geringfügige Stofslücken aufweisen. Derartige Gleise können sich naturgemäfs im Sommer nicht mehr frei ausdehnen, und es müssen starke Druckspannungen im Schienengestänge auftreten. Dieselbe Wirkung tritt aber auch infolge der Reibung der Schienen in den Laschen sowie auf den Schwellen ein, wodurch jeder Längenänderung der Schiene starke Widerstandskräfte entgegengesetzt werden. Diese Widerstandskräfte sind insbesondere infolge Rostwirkung oft aufserordentlich grofs, und es ist eine alltägliche Erscheinung, dafs beim Lösen der Laschen die Schienen am Stofs je nach der Temperatur sprungartig auf beträchtliche Länge auseinander- oder zusammengehen.





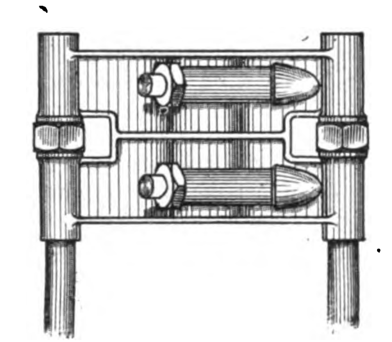


Abb. 5.
Klemmapparat zum Zusammendrücken der Schienenenden während des Fräsens und nach dem Schweifsen. Die beiden Rahmen werden durch die schrägen Hakenbolzen auf den Schienen festgeklemmt und sodann die Schienenenden durch die Horizontalspindeln gegeneinander gepresst.

Demnach findet auch im heutigen Gleis eine vollkommen freie Ausdehnung der Schienen keineswegs statt, und es gibt im Gegenteil viele Strecken, wo starke Zug- und Druckspannungen im Schienengestänge vorhanden sind. Wenn trotzdem Gleisverwerfungen nur überaus selten beobachtet werden, so ist das ein Beweis dafür, dafs der Widerstand, den Gleise gegen Querverschiebung durch die Einbettung der Schwellen erfahren,

unter normalen Umständen grofs genug ist, um sie gegen Ausknicken zu schützen. Es erscheint daher durchaus zulässig, bei Anordnung geschweifster Schienenstrecken die Stofsfugen zwischen den einzelnen Schweifsstrecken kleiner zu machen, als nach der rechnungsmäfsigen Temperaturausdehnung erforderlich ist und von vornherein mit der Aufnahme begrenzter Druck- und Zugspannungen im Gleis zu rechnen.

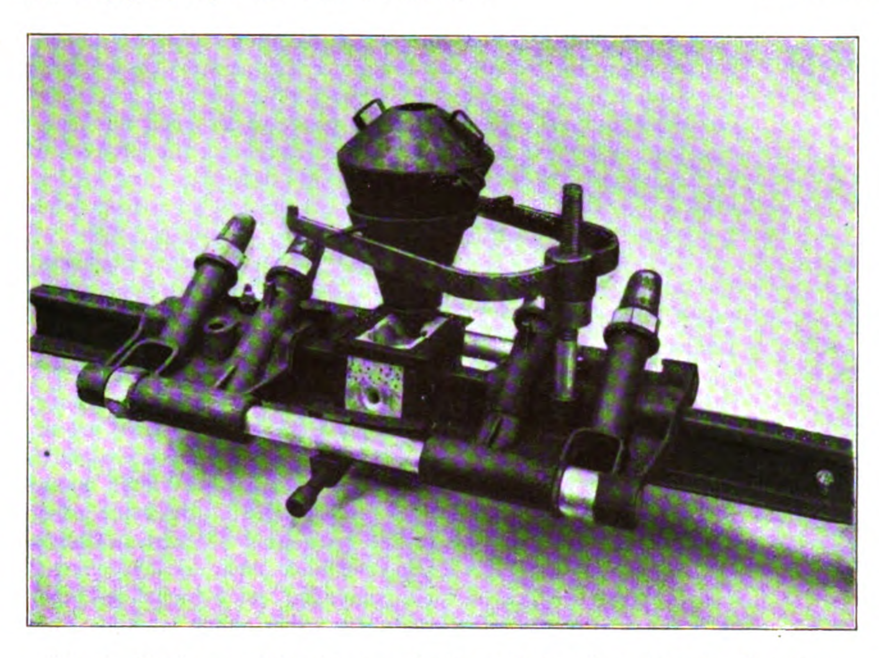


Abb. 6. Fertig zum Schweifsen verbreiteter Stofs mit angesetzter Gufsform, aufgebrachtem Klemmapparat und giefsfertigem Tiegel.

Diese Auffassung findet ihre Bestätigung in den allerdings noch spärlichen Erfahrungen, die mit der Schweifsung freiliegender Gleise bisher gemacht sind. Eine kurze Aufzählung wird von Interesse sein: Von den Ungarischen Staatsbahnen wurden im Jahre 1904 zwei je 72 m lange Gleisstücke und ein 150 m langes Gleisstück in einem Wagenaufstellungsgleis geschweifst, ferner je drei 48 m lange Gleisstücke in einem Betriebsgleis. Im Jahre 1907 folgten zwei 90 m lange und eine 150 m lange Schweifsstrecke auf der Linie Budapest—Belgrad. Die Zwischenstöfse wurden mit Stofsfanglaschen ausgestattet. Die Schweifsungen haben sich bewährt, die Gleise liegen noch heute. In Deutschland ist durch die Mecklenburgische Staatsbahn 1906 eine Strecke von 2 × 90 m geschweifst, in deren Mitte ein Ausgleichstofs angeordnet wurde. Jede Schweifsstrecke wurde ferner in ihrer Mitte gegen einen Betonklotz verankert. Nach Auskunft der Eisenbahndirektion im Oktober 1923 ist festgestellt: »Dafs die lückenlose Verbindung gröfserer Gleisabschnitte vorteilhaft auf die Erhaltung des Gleises einwirkt, da die 1906 neuverlegten Holzschwellen und Unterlagsplatten sich noch heute im Gleis befinden.«

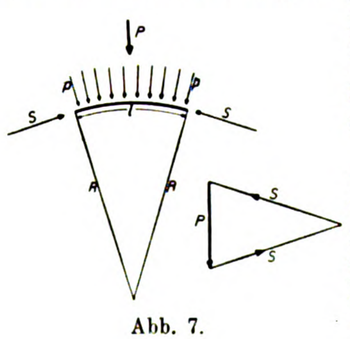



Abb. 7.

In der Schweiz wurden bei der Seetalbahn nahe Hochdorf 1911 auf einem teils freiliegenden, teils mehr oder minder bis zum Schienenkopf eingedeckten Gleise von 40 km Länge immer je zwei Schienen miteinander verschweifst unter Zwischenschaltung eines gewöhnlichen Laschenstofses. Ferner sind auf einer freiliegenden Gleisstrecke von fast 2 km Länge Gleisstücke verschiedener Länge von 60 bis 300 m durchgehend geschweifst, wobei teilweise Ausziehstöfse besonderer Bauart eingebaut sind.

Soweit bei allen diesen Ausführungen eine Beobachtung der Temperaturlücken stattgefunden hat, ist festgestellt worden, dafs die Ausdehnung der Schienen hinter der rechnerischen Gröfse nicht unerheblich zurückgeblieben ist, und zwar im Mittel nur etwa die Hälfte davon betragen hat. Daraus würde folgen, dafs die nicht in Erscheinung getretene Hälfte der Temperaturlängenänderung sich in Zug- und Druckspannungen im Schienengestänge umgesetzt hat und also die gröfsten Druckkräfte sowie die gröfsten Zugkräfte je einem Viertel der höchsten Temperaturdifferenz entsprochen haben müssen.

Nimmt man in unserem Klima eine gröfste Wärmeschwankung von $60^0$ C an, so würden demnach die höchst eintretenden Druckkräfte einer Temperaturdifferenz von $15^0$ C entsprechen. Ein Stahlstab dehnt sich bei $15^0$ C um $0{,}000011 \,.\, 15 = 0{,}000165$ seiner Länge aus. Der gleiche Stab drückt sich bei einer Belastung von 1 kg qcm um 0,0000005 seiner Länge zusammen. Damit der Stab durch eine Druckkraft von x kg qcm auf seine ursprüngliche Länge vor der Temperaturerhöhung wieder zurückgebracht wird, müfsten $0{,}000165 = 0{,}0000005\ x$, also $x = 330$ kg qcm sein. Man würde diese Spannung als die höchste im Schienengestänge mögliche Druckspannung ansehen können. Die genaue rechnerische Erfassung derjenigen Widerstandskräfte gegen Querverschiebung des Gleises, welche bei einem gedrückten geraden Schienenstrang dieses vor Ausknickung bewahren, begegnet grofsen Schwierigkeiten. Sehr einfach gestaltet sich aber diese Rechnung in Kurven. Sei S die achsiale Spannkraft in der Schiene (Abb. 7), R der Radius des Bogens, l die Bogenlänge, p die Widerstandskraft pro lfdm Schiene gegen Ausbauchen des Bogens und $P = l \,.\, p$ die Resultierende der Kräfte p, so ist $\frac{l}{R} = \frac{P}{S} = \frac{p \,.\, l}{S}$ oder $p = \frac{S}{R}$. Um die ungefähre Gröfsenordnung von p festzustellen, seien übliche Gröfsenverhältnisse wie folgt angenommen: Schienenquerschnitt 50 qcm, Kurvenradius 1000 m, Druckspannung in der Schiene 330 kg/qcm, dann ist $S = 16\,500$ kg und $p = \frac{S}{R} = 16{,}5$ kg, für beide Schienen des Gleises zusammen $p = 33$ kg.

Die Widerstandskräfte, die nötig sind, um das Gleis an Querverschiebungen zu hindern, sind hiernach verhältnismäfsig gering, besonders auch im Vergleich zu den Seitenkräften, welche das Gleis durch Schlingern der Fahrzeuge auszuhalten hat. Im vollkommen geraden Gleis werden diese Widerstandskräfte p lediglich dadurch bedingt, dafs die Schienen eine mathematische gerade Linie in Wirklichkeit nicht einhalten, vielmehr die Form fortgesetzter schlanker S-Kurven besitzen, wobei die kleinsten vorkommenden Radien dieser S-Kurven die erforderlichen Widerstandskräfte p gegen Ausknicken bedingen würden. Da man bei einem gut verlegten Gleis wohl kaum mit unbeabsichtigten Kurven von weniger als 1000 m Radius rechnen kann, so werden in der Geraden die benötigten seitlichen Einspannungskräfte des Gleises kaum die vorberechneten Gröfsen überschreiten.

Es bestätigen also sowohl die Rechnung wie die Erfahrung, dafs in einem ordnungsmäfsig ausgeführten und unterhaltenen geraden Gleis eine Verwerfungsgefahr infolge Temperaturspannung kaum vorliegt, insbesondere nicht, wenn man einen Teil der Temperaturausdehnung durch Stofslücken aufnehmen läfst. Wieweit man praktisch bei der Bemessung

zusammenhängender Schweifslängen wird gehen können, ist eine Frage, zu der sich bei den geringen diesbezüglichen Erfahrungen zur Zeit umso schwerer Stellung nehmen läfst, als damit noch eine Reihe anderer Probleme in Verbindung stehen. Setzt man voraus, dafs es zulässig ist, den Stofslücken nur die Hälfte der rechnerischen Stärke zu geben, so würde z. B. ein Schienenstrang von 60 m Schweifslänge mit einer gröfsten Stofslücke von 20 mm anzuordnen sein. Das könnte auch beim Einbau gewöhnlicher Laschenstöfse hingenommen werden, wenn jedes Wandern der Langschienen (wir wollen diesen Ausdruck für mehrere zusammengeschweifste Schienen brauchen), und damit ein Auseinanderschieben derselben und eine Vergröfserung der Stofslücken verhindert wird. Ob und wieweit das erreichbar ist, ist heute eine noch offene Frage, da über das Wandern geschweifster Schienen noch keinerlei Beobachtungen bekannt geworden sind. Es erscheint möglich, ja aus mancherlei Gründen sogar wahrscheinlich, dafs Langschienen geringer zum Wandern neigen werden, als unsere seitherigen 15 m Schienen, und es würde dann vielleicht keine besonderen Schwierigkeiten machen, wirksame Wanderschutzvorrichtungen anzubringen. Es bedarf aber diese Frage umfassender Versuche und Beobachtungen auf der Strecke, ehe sie als sicherer Faktor in Rechnung gestellt werden kann.

Ein weiteres Problem bildet der Schienenstofs zwischen Langschienen. Der bisher übliche gewöhnliche Laschenstofs wird auf offener Strecke bestenfalls die Verschweifsung von 3 bis 4 Schienen zu je 15 m zulassen. Will man weiter gehen, und das ist in der geraden Strecke nach den seitherigen Erfahrungen zweifellos möglich, dann mufs man Ausziehstöfse anordnen, bei denen die Stofslücke überbrückt wird. Stofsanordnungen dieser Art sind z. B. bei Brücken längst bekannt, aber bei ihrer seltenen Verwendung spielt weder der Preis noch die Betriebstüchtigkeit eine besondere Rolle, wähernd in vorliegendem Falle beide Erfordernisse in den Vordergrund treten. Es bietet sich hier für den Konstrukteur eine neue Aufgabe, die umsomehr eifrig zu verfolgen wäre, als damit ein hohes Ziel erreicht werden würde, nämlich der Fortfall von vielleicht 90 % und mehr aller Schienenstöfse.

Dann wird die Einsetzung einer Schiene von 4—5 m Länge durch Zuschneiden der Einsatzschiene und Bohren sämtlicher Laschenlöcher vorbereitet. Der Einbau und die Verlaschung der Ersatzschiene ist bei gleichzeitiger Durchführung der beiden Sägenschnitte dann selbst in einer sehr kurzen Betriebspause möglich, und es kann hiernach einer späteren gelegenen Zeit vorbehalten bleiben, die beiden Laschenstöfse zu schweifsen.

Nicht weniger wichtig als der Einbau ist die betriebstechnische Durchführung des Aus- und Umbaues geschweifster Gleise; aber es ist nach dem vorhergesagten offensichtlich, dafs auch hier keine Schwierigkeiten entstehen, es sei denn, dafs die auszubauenden Schienen an anderer, vielleicht weit entfernter Stelle wieder zum Einbau gelangen sollen. Weitere Transporte von Langschienen sind mit den heutigen Transportmitteln nicht durchführbar, es erscheint aber keineswegs ausgeschlossen, durch Sonderwagen auch hierfür Transportmöglichkeiten zu schaffen. Wenn man hiervon aber auch ganz absieht, macht es keine Schwierigkeiten die geschweifsten Schienen wieder in einzelne Schienen von je 15 m zu zerschneiden und an der neuen Verwendungsstelle nochmals zusammenzuschweifsen. Allerdings erhält man in dem umgelegten Gleise nunmehr die doppelte Zahl von Schweifsstöfsen, aber man mufs sich dabei vergegenwärtigen, dafs ein geschweifster Stofs den Charakter des Stofses vollkommen verliert und die gröfsere Anzahl von Schweifsungen daher das Gleis nicht minderwertiger macht. Was die Kosten anbetrifft, so entstehen bei der Umlegung geschweifster Gleise allerdings nochmals die vollen Schweifskosten, aber man mufs beim Vergleich mit verlaschtem Gleis berücksichtigen, dafs von vornherein schon ein geschweifstes Gleis eine gröfsere Lebensdauer hat als ein verlaschtes Gleis, ferner aber auch, dafs man mit alten, verlaschten Schienen bei der Umlegung nur ein sehr minderwertiges Gleis zustande bringt, wenn man dabei nicht gleichzeitig auch neue Laschen verwendet und die Enden der alten Schienen mit den ausgeschlagenen Laschenkammern abschneidet. Berücksichtigt man aber die hierdurch erwachsenden Kosten, so wird die Schweifsung nicht teurer als die Verlaschung.



Abb. 8. Einschwenken eines 60 m langen neben dem Gleis geschweifsten Schienenstranges in die Schienenachse auf dem Verschiebebahnhof Nürnberg von 2 Arbeitern in ca. 3 Minuten.

Was die betriebsmäfsige Durchführung von Schweifsungen betrifft, so kommt man in den meisten Fällen über alle Schwierigkeiten hinweg, wenn die Schienen neben dem Betriebsgleis verschweifst und in einer Betriebspause die geschweifste Strecke gegen die alten Schienen ausgewechselt wird. Der Quertransport gröfserer Schienenlängen ist überaus einfach und von wenig Personen mit gröfster Schnelligkeit durchzuführen, insbesondere wenn durch Unterlegen alten Schwellen, Schienenstücke etc. für gute Gleitfläche gesorgt wird. Die verfügbare Betriebspause kann dann fast vollkommen für das Lösen der Schienenbefestigungsmittel und für deren Wiederanziehen nach Einbringung der neuen Schienen ausgenutzt werden, und es ist daher lediglich eine Frage der Arbeiterzahl, eine wie lange Strecke geschweifsten Gleises in einer Pause eingebaut werden kann. Der Raum, welcher für die Ausführung der Schweifsungen neben dem Betriebsgleis zur Verfügung stehen mufs, kann im Notfalle auf einen Streifen von 0,75 m Breite beschränkt werden. Die Ausbesserung etwaiger Schienenbrüche im geschweifsten Gleis verursacht keine besondere Schwierigkeit. Behelfsmäfsig kann zunächst der Bruch durch Notlaschen gesichert werden.

Das Gesamtbild, das sich nach obigem für und gegen die Schienenschweifsung zur Zeit gewinnen läfst, zeigt, dafs überall, wo der Laschenstofs durch den Schweifsstofs ersetzt werden kann, damit grofse technische und wirtschaftliche Vorteile verbunden sind, dafs ferner heute schon in vielen Fällen dem Ersatz des Laschenstofses durch den Schweifsstofs ernste Bedenken nicht mehr entgegenstehen und endlich, dafs eine sehr viel weitgehendere Anwendung der Schienenschweifsung noch zu erwarten ist, wenn erst durch Versuche und Erfahrungen die genauen Grenzen ihrer Verwendbarkeit festgestellt sein werden.

Auch die Reichseisenbahn hat sich dieser Erkenntnis nicht verschlossen und ist neuerdings mehrfach mit der praktischen Ausführung von Schienenschweifsungen vorgegangen. Im Mai 1923 wurden durch die Eisenbahndirektion Breslau auf der Eisenbahnbrücke in Steinen auf der Strecke Breslau – Glogau acht Schienenstöfse verschweifst, um zu versuchen, welchen Einflufs der Fortfall der Laschenstöfse auf die Beanspruchung der Brückenträger haben würde*). Die überaus genau durchgeführten Messungen führten zu dem bemerkenswerten Ergebnis, dafs im Durchschnitt durch den Fortfall der Hammerwirkung der rollenden Lasten an den Schienenstöfsen die Eisenkonstruktion um rund 10 % geringer beansprucht war als vorher. Die Bedeutung dieser Feststellung bei Brücken-Neubauten und noch mehr bei Brückenverstärkungen (die man möglicherweise durch Verschweifsung der Gleise vermeiden kann), liegt auf der Hand. Dabei soll darauf hingewiesen werden, dafs Stofslücken auf eisernen Brücken ohnedies überflüssig sind, weil die Brückenträger selbst den gleichen Temperaturlängenänderungen unterworfen sind wie die Schiene und daher eine gegenseitige Verschiebung zwischen Brücke und Schiene nicht eintritt. Eine Verschweifsung der Stöfse hat also vom Gesichtspunkt des Temperatureinflusses keinerlei Bedenken, und es darf erwartet werden, dafs man zur Schweifsung von Schienenstöfsen auf eisernen Brücken bald allgemein übergehen wird.

Im September 1924 wurde durch die Reichsbahndirektion Frankfurt am Main der mittlere Teil des südlichen Gleises in dem Schlüchterner Tunnel auf der Strecke Frankfurt – Bebra auf 1200 m Länge in der Weise geschweifst, dafs immer je fünf Schienen von 18 m Länge neben dem Betriebsgleis verschweifst und in einer Betriebspause gegen die alten Schienen ausgewechselt wurden. Der Bau vollzog sich bei täglich vier Stunden Betriebspause ohne jede Störung und mit dem gleichen Arbeitsfortschritt, wie er vor- und nachher bei den verlaschten Gleisen erreicht wurde. Da in Tunneln die Temperaturdifferenzen wesentlich geringer sind als in der freien Luft, auch die direkte Sonnenbestrahlung der Schienen nicht eintritt, so ist hier die Frage der Längenausdehnung der Schiene von minderer Bedeutung. Andererseits ist der Laschenstofs in Tunneln noch ein viel gröfseres Übel als auf freier Strecke, weil infolge Feuchtigkeit und Rauchwirkung vielfach Laschen und Schienen überaus stark durch Rost angefressen werden. Dadurch lockern sich die Laschen in den Laschenkammern, und der Stofs geht einer schnellen Zerstörung entgegen. Auch in Tunneln ist daher die Schweifsung der Stöfse anstatt der Verlaschung voraussichtlich nur noch eine Frage der Zeit.

*) Vergl. Näheres in „Die Bautechnik“, Jahrg. 1924, H. 24 u. 25.

Im November 1924 hat die Reichsbahndirektion Nürnberg auf dem Nürnberger Verschiebebahnhof eine unter sehr starkem Verkehr stehende Strecke von 1,3 km verschweifsen lassen (Abb. 8), um das Verhalten der Gleise im Betriebe eingehend zu studieren. Es sind zu diesem Zweck zusammenhängend geschweifste Gleisstrecken verschiedener Längen zwischen 60 und 90 m zur Verlegung gekommen, und es darf erwartet werden, dafs mit diesem Versuch in gröfserem Mafsstab ein bedeutender Schritt auf dem Wege der Schienenschweifsung vorwärts getan ist, der zur Erkenntnis der genaueren Bedingungen führen wird, unter denen freiliegende Gleise mit technisch und wirtschaftlichem Erfolge geschweifst werden können.

Besonders vorteilhaft ist der Ersatz des Laschenstofses durch die Schweifsung bei Übergangsstöfsen, die in der bisher üblichen Laschenverschraubung niemals einen festen Stofs ergaben und immer die Quelle unausgesetzter Ausbesserungsarbeiten bildeten. Die Schweifsung von Übergangsstöfsen bietet keinerlei gröfsere Schwierigkeiten wie diejenige gewöhnlicher Stöfse, sie schafft eine vollkommene, keinerlei Nachbesserung unterworfene Verbindung der beiden Schienen. Da Übergangsstöfse immer nur vereinzelt erforderlich sind, würde für deren Herstellung entweder die Ausführung in Werkstätten zu zentralisieren und die geschweifsten Stöfse nebst anschliefsenden Schienen (von denen jede z. B. 7,5 m lang sein könnte, so dafs die Übergangsschienen normale Länge hätten) nach der Verwendungsstelle zu schaffen sein, oder man könnte auch fliegende Schweifskolonnen bilden, die mit Geräten und Mannschaften zur Verwendungsstelle zu schaffen wären. Auch über diese Frage sind die Reichsbahndirektionen Frankfurt und Nürnberg bereits in nähere Erwägung eingetreten, und es darf angenommen werden, dafs man bald zu praktischen Ausführungen kommen wird.

Nachdem die deutsche Reichsbahn, wie wir gesehen haben, der Schienenschweifsung besondere Aufmerksamkeit zugewandt hat, und die ersten Schritte auf dem neuen Wege getan sind, beginnt auch das Ausland, sich mit dieser Frage eingehender zu beschäftigen. Die Schweiz, Österreich, Italien verhandeln über Schienenschweifsungen, und sie werden wahrscheinlich mit Versuchsausführungen nicht zögern, nachdem Deutschland vorangegangen ist. Möchte die deutsche Technik, nachdem das Verfahren der aluminothermischen Schweifsung und insbesondere der Schienenschweifsung in Deutschland ausgebildet und entwickelt ist, sich auch fernerhin die Führung auf diesem Gebiete nicht nehmen lassen und auch in seiner Anwendung beim Eisenbahnbau wegweisend vorangehen.

## Die erste Diesel-elektrische Vollbahngüterzuglokomotive.

Zu unseren Berichten über die erste Diesel-elektrische Vollbahngüterzuglokomotive in Heft 5 werden uns von der Erbauerin des Dieselmotors, der M A N, Werk Augsburg, bezüglich der Bauweise des Motors und der Betriebserfahrungen folgende Ergänzungen übermittelt:

Die Grundplatte D (Heft 5, Seite 78, Abb. 1) ist aus Stahlgufs und hat über die Kurbellagermitte hochgezogene Seitenwände; sie besteht aus vier festverschraubten einzelnen Stücken und trägt die sechs, ebenfalls aus Stahlgufs hergestellten Arbeits- und die beiden Luftpumpenzylinder. Da die Arbeitszylinder ihrerseits untereinander verschraubt sind, wird in Verbindung mit der Grundplatte ein Träger von grofsem Widerstandsmoment gegen Verbiegung geschaffen.

Die neben der Luftpumpe befindliche Brennstoffpumpe H wird von der Hauptwelle durch Schraubenradübersetzung angetrieben. Beim Überschreiten einer Drehzahl von 480/min wird durch einen Sicherheitsregler unter entsprechender Einwirkung auf die Brennstoffpumpe für diese Drehzahl nur noch die Leerluftfüllung zugelassen.

Die Abgase entweichen, von je drei Zylindern getrennt, in einen zweiteiligen Auspuffbehälter T.

Die Anlafseinrichtung ist so ausgebildet, dafs durch Verdrehen der Exzenter mit den Anlafshebeln wechselweise die Anlafsventile oder die Brennstoffventile in Tätigkeit kommen oder dafs (in der Mittelstellung) beide Ventile aufser Betrieb sind.

Die Abb. 1 zeigt den Dieselmotor von der Steuerungsseite, Abb. 2 gibt einen Blick in das Innere des Maschinenraums.

Über die weiteren Erfahrungen mit der Diesellokomotive ist noch folgendes zu sagen:

Nach Beendigung der Versuche in Efslingen im Herbst v. Js. wurde die Lokomotive auf deutsche Spur umgeachst und Ende Dezember im Zug ohne eigene Kraft nach Dünaburg befördert. Nachdem sie dort wieder auf die Achsen mit russischer Spur umgesetzt war, begannen anfangs Januar 1925 in Lettland die ersten Fahrten auf der Strecke mit schweren Güterzügen, welche mit einem Mefswagen ausgeführt wurden und die auf dem Prüfstand erhaltenen günstigen Ergebnisse voll bestätigten. Am 19. Januar wurde die Reise nach Rufsland mit einem Zug von rund 1400 t Gewicht über Reschiza nach Moskau angetreten. In Sebesch wurde die Lokomotive von einer russischen Kommission unter dem Vorsitz von Professor Prawosudowitsch, dem Vorstand der technischen wissenschaftlichen Abteilung des Verkehrskommissariats, übernommen. Vom ersten Tage an trat sie in den regelmäfsigen Dienst, d. h. sie beförderte fahrplanmäfsige Güterzüge von 1400 bis 1800 t. Die amtliche Abnahme, bis zu der die Lokomotive bereits 3000 km zurückgelegt hatte, erfolgte am 3. Februar 1925, wobei nach dem Wortlaut des Protokolls, das von der russischen Kommission herausgegeben wurde, folgendes festgestellt worden ist:

»1. Die Ausführung der einzelnen Teile und der Zusammenbau des Dieselmotors wie auch die ganzen Leitungen sind vollkommen befriedigend.

2. Der stündliche Brennstoffverbrauch, bezogen auf die Leistung am Radumfang in $PS_e$ ist niedriger als der gewährleistete und beträgt 0,226 $kg/PS_e$ Std., was durch den Versuch Nr. 10017 vom 2. Februar 1925 auf der Strecke Klin—Poworowo festgestellt wurde (Oktoberbahn).

3. Die Prüfung der Zugkraft ergab vollkommen befriedigende Zahlen. Den vertraglich erforderlichen Zug im Gewichte von 1950 t einschliefslich Gewicht der Lokomotive zog die Dieselelektrische Lokomotive auf einer Steigung von $5^0/_{00}$ mit einer Geschwindigkeit von 15,1 km/Std., anstelle der im Vertrag vorgesehenen 12 km/Std.

Auf Grund des vorstehenden anerkannte die Kommission die Diesel-elektrische Lokomotive als den Bedingungen des Vertrages entsprechend und als vom Lieferanten übernommen.«

Der oben angegebene Verbrauch entspricht einem thermischen Gesamtwirkungsgrad von $28^0/_0$ gegenüber 7 bis $8^0/_0$ bei ölgefeuerten Dampflokomotiven gleicher Leistung.

Bis heute hat die Lokomotive bereits 5000 km ohne Anstand gefahren und es kann festgestellt werden, dafs die Notwendigkeit irgendwelcher grundlegender Änderungen aus den Probefahrten in Rufsland für den weiteren Bau der Diesel-elektrischen Lokomotiven sich nicht herausgestellt hat. Die angenehmen Eigenschaften des elektrischen Betriebs, das ganz sanfte Anfahren, die feine stufenweise Regelung, welche besonders der Anordnung einer doppelten Erregermaschine zu danken ist, die einfache Umschaltung auf Rückwärtsfahrt usw. konnten im vollen Umfang auch hier wieder empfunden werden. Infolge des gleichmäfsigen Drehmomentes der Elektromotoren trat ein Schleudern der Triebräder fast niemals auf.

Infolge der Übersetzung der Drehzahl vom Dieselmotor zu den Triebrädern kann in der Steigung bei kleinster Geschwindigkeit die Höchstleistung entwickelt werden, während Dampflokomotiven in diesem Falle nur die der geringeren Drehzahl der Triebräder entsprechende Leistung hergeben können. So konnte z. B. ein Zug von etwa 1800 t Gewicht in einer Steigung von $8^0/_{00}$ angehalten und ohne jede Schwierigkeit wieder angezogen und beschleunigt werden.

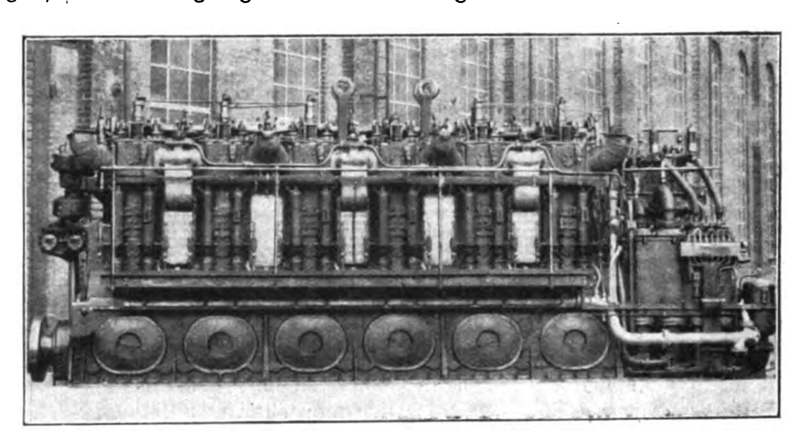


Abb. 1. Dieselmotor von der Steuerungsseite.

Bei den Versuchen und der Übergabe wurde das lebhafteste Interesse nicht nur der technischen Kreise der russischen Bevölkerung, sondern auch weiterer Kreise festgestellt. Die Vertreter der deutschen Baufirmen und der deutschen Reichsbahn wurden überall auf das zuvorkommendste aufgenommen.

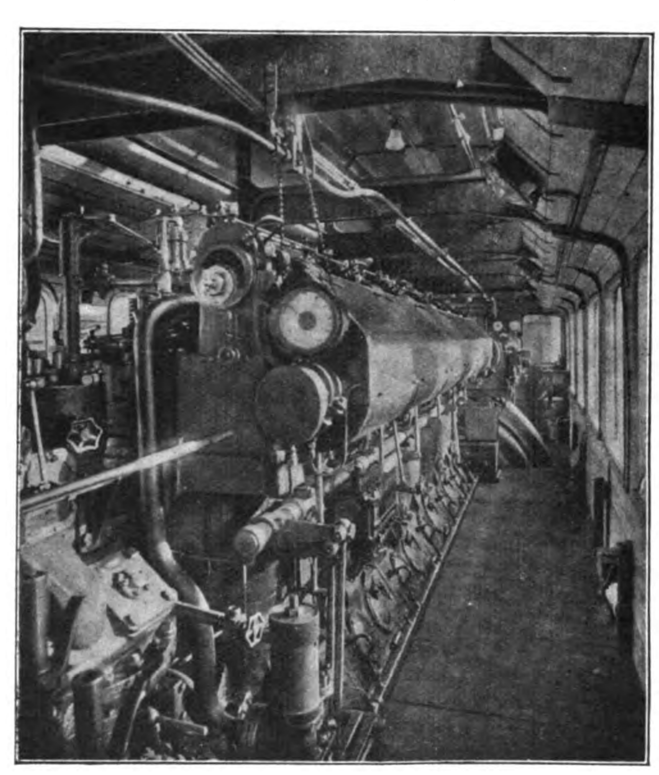


Abb. 2. Blick in das Innere der Diesellokomotive.

## Zur Einführung leichter Dampfzüge bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Von Oberregierungsbaurat a. D. Arzt, Oldenburg.

Die wirtschaftliche Lage der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft mit den ihr in Erfüllung der Bedingungen des Versailler Vertrages und des Londoner Abkommens auferlegten schweren geldlichen Belastungen fordert gebieterisch gröfste Sparsamkeit auf allen Gebieten. Wirtschaftliche Betriebsführung gestattet es nicht, in der Bedienung des Personenverkehrs den Forderungen aller Wirtschaftskreise in vollem Umfang gerecht zu werden. Die Einschränkungen im Personenzugfahrplan gegenüber der Vorkriegszeit werden von den betroffenen Kreisen nur schwer getragen, immer stärker macht sich der Druck aller Wirtschaftskreise auf Vermehrung der Zugverbindungen geltend.

Den Wünschen dieser Kreise würde durch Einstellung von Triebwagen in vielen Fällen in weitgehendem Mafse Rechnung getragen werden können. Die Knappheit der hierfür zur Verfügung stehenden Mittel läfst jedoch vorläufig die Beschaffung von Triebwagen in ausreichender Zahl nicht zu.

Es lag daher nahe, durch die Einführung leichter Dampfzüge zu einer Betriebsweise zurückzukehren, die in Zeiten wirtschaftlichen Aufschwungs und hoher Anforderungen des Verkehrs verlassen worden war.

In einer kürzlich von mir abgeschlossenen, als Sonderheft der Hanomagnachrichten demnächst erscheinenden Abhandlung »Die Betriebsmittel der ehemaligen oldenburgischen Staatseisenbahnen« habe ich folgendes ausgeführt:

»Als dritte Lokomotivgattung kam im Jahre 1885 die sogenannte Omnibuslokomotive hinzu. Veranlafst war der Bau dieser Lokomotiven durch das Bedürfnis, auf den Hauptbahnen zwischen den bis dahin verkehrenden Personenzügen besonders leichte sogenannte »Omnibuszüge« einzulegen zu dem Zweck, weitere Zugverbindungen da zu schaffen, wo nur ein schwacher Verkehr vorlag, dessen Befriedigung sich nur unter Aufwendung geringster Kosten wirtschaftlich rechtfertigen liefs.

Zunächst wurden diese Omnibuszüge mit den vorhandenen kleinen B-Tenderlokomotiven gefahren. Da es jedoch im Betrieb an Tenderlokomotiven mangelte, wurden die Omnibuslokomotiven, d. h. ungekuppelte 1 A-Tenderlokomotiven mit dem im Verhältnis zu ihrer Gröfse — 16,24 t Dienstgewicht, 9,2 t Reibungsgewicht — verhältnismäfsig grofsen Radstand von 3,7 m in Dienst gestellt, um Züge von vier bis fünf leichten zweiachsigen Wagen mit 50 bis 60 km Stundengeschwindigkeit in der Flachlandstrecke zu befördern. Die Kosten für Brennstoffe und die Unterhaltungskosten dieser 1 A-Tenderlokomotiven stellten sich auf etwa die Hälfte derjenigen für Lokomotiven mit Tender. Ihre durchschnittliche Betriebsleistung vor Omnibuszügen betrug im Jahre 1890 je 54000 km — gewifs eine ansehnliche Leistung für diese Lokomotivgattung!

Die Wagen der Omnibuszüge waren teils vorhandene Durchgangswagen mit Heberleinbremse, teils neue, für diesen Dienst besonders beschaffte Personenwagen mit Gepäckraum.

Die gesamten Zugbeförderungskosten der Omnibuszüge betrugen etwa die Hälfte der Vollzüge. Die Omnibuslokomotiven waren mit durch Geländer geschützten Umlauf- und Übergangsbrücken versehen, damit bei einmänniger Besetzung der Lokomotive auf Nebenbahnen der Zugbegleiter, der befähigt sein mufste, den Zug zum Stillstand zu bringen, in der Lage war, während der Fahrt vom Zuge aus zum Führerstand der Lokomotive zu gelangen. Ein einziger Zugbegleiter versah den Dienst des Zugführers, Packmeisters, Schaffners und Bremsers.«

In veränderter Form kehren durch die Einführung der leichten Dampfzüge diese »Omnibuszüge« wieder.

Gelegentlich der 5. Personenzug-Fahrplanbesprechung der Deutschen Reichsbahn in Königsberg im September 1924 wurde bekannt gegeben, dafs die Versuche mit leichten Dampfzügen bei der Reichsbahndirektion Osten bei der Bewältigung verhältnismäfsig gleich bleibenden Schüler- und Berufsverkehrs zu günstigen Ergebnissen geführt haben*). Betriebliche Schwierigkeiten ergaben sich dort bei Einführung der leichten Dampfzüge nicht. Die günstigen wirtschaftlichen Ergebnisse liefsen es geboten erscheinen, die Versuche der Reichsbahndirektion Osten auch auf die übrigen Reichsbahndirektionen auszudehnen.

*) Im Bereich der vormaligen bayerischen Staatseisenbahnen sind schon im ersten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts leichte Züge in Verwendung gewesen. Sie bestanden aus besonders dafür gebauten leichteren 2 B oder 1 B 1 Tenderlokomotiven (von denen einige mit Schüttfeuerung eingerichtet waren) und teilweise auch aus besonderen Wagen. Bei den ersten Versuchen sollte der Führer allein die Lokomotive bedienen und der Schaffner nach Erledigung der Kontrolle im Zug auf der Maschine Platz nehmen, die durch einen Übergang mit dem Zug verbunden war. Später wurde als zweiter Mann ein Heizer verwendet, der den Schaffnerdienst mitzuversehen hatte. In den Kriegsjahren schlief die Einrichtung ein, z. Z. verkehren leichte Züge nur auf wenigen Strecken untergeordneter Bedeutung. Zweifellos ist aber das Bedürfnis erneut und in erhöhterem Mafse aufgetreten, und wenn die Klippen umschifft werden, dafs der Betrieb bei Spitzenverkehr die Züge überlastet und sie mit Verkehrsaufgaben überbürdet, dürfte ihre Verwendung bei gegebenen Verhältnissen durchaus am Platze sein. Die Schriftleitung.

Gegenüber den Triebwagen ergab sich bei Einführung der leichten Dampfzüge noch ein Vorteil insoweit, als diesen einige Eilgutkurswagen im Durchlauf mitgegeben werden können und sich der Ausbau in einen vollen Dampfzug durch Steigerung der Zugkraft und Vermehrung der Personenwagenzahl unschwer durchführen läfst.

Nach den von verschiedenen Reichsbahndirektionen für die Beförderung leichter Dampfzüge herausgegebenen Dienstanweisungen dienen diese Züge der Bewältigung des Berufs- und Schülerverkehrs und des Verkehrs von örtlicher Bedeutung. Unter Aufwendung geringer Zugförderungskosten lassen sie eine Vermehrung der Fahrgelegenheiten zu unter Vermeidung voller Dampfzüge auf Strecken mit geringem Personenverkehr. Zur Ersparung von Personalkosten werden sie abweichend von den Bestimmungen des § 63 (1 bis 3) der Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (B. O.) und des § 36 (3) der Fahrdienstvorschriften (F. V.) nur von Lokomotivpersonal begleitet; d. h. von zwei zum Führerdienst berechtigten Lokomotivbeamten übernimmt der eine die Führung und Wartung der Lokomotive, während dem anderen die Aufgaben des Zugbegleitpersonals obliegen. Während der Fahrt hat der zweite Lokomotivbeamte den ersten Lokomotivbeamten in der Beobachtung der Strecke und der Signale zu unterstützen. Im übrigen bleiben die Betriebs- und Fahrdienstvorschriften in Kraft.

Fahrrad- und Gepäckbeförderung ist im allgemeinen ausgeschlossen. Wo es sich als notwendig herausstellt, wird ein Wagen 4. Klasse zur Mitnahme von Traglasten und Fahrrädern (gegen Lösung einer Fahrradkarte) beigestellt.

Die leichten Dampfzüge bestehen im allgemeinen aus einer kleinen Tenderlokomotive und bis zu drei Personenwagen, ihre Grundgeschwindigkeit darf 60 km auf Hauptbahnen nicht übersteigen, auf Nebenbahnen ist sie durch die für diese genehmigte Personenzuggeschwindigkeit bestimmt. Soweit gemäfs § 57 der B. O. und § 41 (1) der F. V. ein Schutzabteil vorzusehen ist, ist dieses als solches zu beschildern und zu verschliefsen. In diesem Schutzabteil sind Signalmittel, Verbandpäckchen für erste Hilfeleistung und sonstige Zugausrüstungsstücke unterzubringen.

Die beiden zum Führerdienst berechtigten Lokomotivbeamten müssen aufser den Dienstanweisungen für Lokomotivführer und Heizer auch diejenigen für Zugbegleitbeamte und die Personenbeförderungsvorschriften, soweit sie ihren Dienstkreis berühren, kennen und beachten. Dem ersten Lokomotivbeamten obliegt allein der Lokomotivdienst, dem zweiten Lokomotivbeamten, der während der Fahrt auf der Lokomotive Platz zu nehmen hat, die Führung und Beaufsichtigung des Zuges nach den Bestimmungen der F. V., die Untersuchung der Wagen, die Unterbringung der Reisenden und ihres Handgepäcks, die Prüfung und Abnahme der Fahrausweise, das Ausrufen der Stationsnamen und der Aufenthaltszeiten auf den Zwischenstationen, die Sicherung der Fahrt und die Ausübung der Bahnpolizei.

Auf den Zugausgangsstationen hat der zweite Lokomotivführer den Zug zu übernehmen und festzustellen, ob dieser ordnungsmäfsig zusammengestellt und gekuppelt ist. Die gründliche Untersuchung der Züge, Einstellung der Heizungs- und Beleuchtungseinrichtungen, Abölen der Wagen, Anbringen der Zugschlufssignale, Ausführung der Bremsprobe — soweit letztere nicht dem zweiten Lokomotivbeamten übertragen ist — obliegt dem Personal des Wagenuntersuchungsdienstes auf den Ausgangsstationen.

Nach Ankunft des leichten Dampfzuges auf einer Station hat der zweite Lokomotivführer sofort von der Lokomotive herabzusteigen, den Stationsnamen und, wenn nach F. V. § 52 (2) vorgeschrieben, die Dauer des Aufenthalts auszurufen, die Fahrkarten zu prüfen, insbesondere auf Nebenbahnen ohne Bahnsteigsperren, die Fahrkarten den Aussteigenden abzunehmen und ebenso auf Hauptbahnen darauf zu achten, dafs die Reisenden nur die ihrer Fahrkarte entsprechende Wagenklasse benutzen.

Vor Erteilung des Abfahrauftrags hat er die Türen der Personenwagen zu schliefsen. Nach Erteilung des Abfahrauftrags besteigt er wieder die Lokomotive.

Die Aufsichtsbeamten auf den Unterwegstationen haben den zweiten Lokomotivführer zu unterstützen, soweit nicht für einzelne Bahnhöfe ohnedies bestimmt wird, dafs während der Haltezeiten auf den Bahnhöfen der Dienst des Zugführers und Schaffners nicht von dem zweiten Lokomotivbeamten, sondern von dem Aufsichtsbeamten des betreffenden Bahnhofs wahrzunehmen ist.

Allgemein ist das Betriebs- und Abfertigungspersonal der Bahnhöfe, soweit dessen sonstige dienstliche Inanspruchnahme es zuläfst, zur Unterstützung des zweiten Lokomotivbeamten heranzuziehen.

Wird der erste Lokomotivführer während der Fahrt dienstunfähig, so hat der zweite Lokomotivbeamte unter Beachtung der Strecke langsam bis zu der Station weiterzufahren, auf der geeigneter Ersatz gestellt werden kann.

Stöfst einem leichten Dampfzug ein Unfall zu, so hat der zweite Lokomotivführer die Pflicht, den Zug nach F. V. § 58 (3) zu decken und das weitere gemäfs F. V. § 58 (5) und (10) zu veranlassen.

Verschiebebewegungen, die mit dem leichten Dampfzug vorgenommen werden müssen, sollen möglichst von Bahnhofsbediensteten geleitet werden.

Mufs bei besonders starkem Verkehr dem leichten Dampfzug ein Schaffner beigegeben werden, so hat dieser seinen Dienst wie bei Personenzügen zu versehen; Zugführer bleibt auch in diesem Falle der zweite Lokomotivbeamte.

Abweichend von der vorbeschriebenen Dienstordnung kann der Dienst auf die beiden Lokomotivbeamten auch so verteilt werden, dafs der erste Lokomotivbeamte die Funktion des Zugführers übernimmt, der zweite Lokomotivbeamte auf den Unterwegsstationen auf der Lokomotive verbleibt. Wie der Dienst der Lokomotivbeamten zweckmäfsig zu regeln ist, hängt naturgemäfs wesentlich von den örtlichen Verhältnissen und von der Mitarbeit des Lokomotivpersonals bei der Durchführung dieser wirtschaftlichen Mafsnahme ab, der Berücksichtigung der Belange des Verkehrs, sowie des Personals bleibt weitgehend Spielraum gelassen.

## Persönliches.

### Vizepräsident Wilhelm Höfinghoff †.

Am 5. März 1925 starb im 61. Lebensjahr in seinem Amtszimmer am Gehirnschlag der Vizepräsident des Eisenbahn-Zentralamtes der Deutschen Reichsbahngesellschaft Wilhelm Höfinghoff. Aus dem Lebenslauf des Dahingeschiedenen dürfte der nachstehende kurze Auszug allgemeineres Interesse erwecken.

Höfinghoff war in Delstern bei Hagen in Westfalen geboren, wo sein Vater in Dahl, unweit von Delstern ein Stahlhammerwerk betrieb. Nach Ablegung der Abiturientenprüfung in Hagen studierte er das Maschinenbaufach an der Technischen Hochschule in Hannover.

Seine dienstliche Laufbahn führte ihn in verschiedenen Stellungen nach Bromberg, Mainz, nach Bremen und Hamburg. An den beiden letzteren Orten war ihm die Leitung von Maschinenämtern übertragen.

In der Folge wurde Höfinghoff Mitglied des Eisenbahn-Zentralamtes, wo er 1918 zum Oberbaurat und Abteilungsdirektor befördert wurde. Bei der Bildung der Deutschen Reichsbahngesellschaft wurde er zum Vizepräsidenten des Eisenbahn-Zentralamtes ernannt. In seiner langjährigen Tätigkeit in dieser Behörde war er berufen, an leitender Stelle mitzuwirken an dem gewaltigen Fortschritt, den das Maschinenwesen der Preufsischen Staatsbahnverwaltung und der Reichsbahn in dieser Zeit zu verzeichnen hat. An der mustergiltigen und ausgiebigen Ausstattung der Eisenbahnverwaltung mit leistungsfähigen Lokomotiven und sonstigen Eisenbahnfahrzeugen, die auch die aufserordentliche Belastung in dem Weltkriege so glänzend überstanden hat, hat der Heimgegangene regen Anteil. Dafs einem Beamten von solchen Verdiensten auch besondere Ehrungen zu teil geworden sind, versteht sich von selbst.

Mit seinen hohen Beamteneigenschaften hat Höfinghoff stets ein liebenswürdiges, menschenfreundliches und hilfsbereites Wesen zu vereinigen verstanden, was nicht nur von seinen Kollegen im Amt gewürdigt wurde, sondern auch in den vielen Ausschüssen (denen er angehörte) von allen Seiten anerkannt wurde. Die Charaktereigenschaften der Westfalen, schlicht, einfach, sparsam, gottesfürchtig und treu hat er in seinem Wesen sich erhalten. Seine amtliche Tätigkeit brachte ihn oft mit leitenden Persönlichkeiten der Industrie in Berührung, denen gegenüber er es verstand, sowohl die Interessen der Verwaltung wahrzunehmen, als auch berechtigten Forderungen der Unternehmer Rechnung zu tragen.

Im Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen war Höfinghoff, der lange Jahre hindurch im Technischen Ausschufs das Eisenbahn-Zentralamt vertrat, ein hochgeschätzter Mitarbeiter. Aufser anderen Ausschüssen gehörte Höfinghoff dem Fachblattausschufs des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen, dem die Obsorge für das »Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens« übertragen ist, sowie dem Beirat des Organs an und für sein hier gezeigtes Interesse und die Förderung, die er diesem für den Verein so wichtigen Gegenstande angedeihen liefs, sei ihm an dieser Stelle von Seiten der Schriftleitung gedankt.

Höfinghoff war in glücklicher Ehe verheiratet. Seine Absicht war, sich nach dem Übertritt in den Ruhestand, nachdem er das 65. Lebensjahr zurückgelegt haben würde, in Dahl bei Hagen anzusiedeln und er hat zu dem Zwecke bereits ein Grundstück dort erworben. Leider sollte dieser Wunsch nicht mehr in Erfüllung gehen und nur als Toter wird er später in die Heimat, in ein Erbbegräbnis der Familie, überführt werden.

Aufserordentlich grofs war das Trauergefolge bei der vorläufigen Beisetzung auf dem Jerusalemer Friedhof. Nicht nur Angehörige, sowie die Kollegen und Mitarbeiter, sondern auch zahlreiche Vertreter der Industrie hatten sich eingefunden, um ihm die letzte Ehre zu erweisen.

# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

## Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Oberbau.

### Thomasstahl als Baustoff für Schienen höherer Festigkeit.

Unter den deutschen Stahlerzeugungsverfahren nimmt das basische Windfrisch- oder Thomasverfahren entsprechend seinem grofsen Anteil an der Gesamtstahlerzeugung eine wichtige Stellung ein. C. Canaris unterzieht sich in einem Aufsatz in „Stahl und Eisen*)" der Aufgabe, die Eignung des Thomasstahles auch für hochbeanspruchte Teile, wie sie zweifellos die Schienen in ständig wachsendem Mafse darstellen, nachzuweisen. Wenn auch in früheren Jahren bereits mehrfach von anderer Seite Angriffen gegen den deutschen Thomasstahl in wirksamer Weise entgegengetreten wurde, so begegnet man doch immer wieder, besonders im Auslande, einem gewissen Vorurteil gegen diesen Stahl oder dem Versuch, ihn aus Konkurrenzgründen

*) Stahl und Eisen 45 (1925) S. 33.



herabzusetzen. C. Canaris stützt sich auf die Statistik des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen*), um zu beweisen, dafs auch in früheren Jahren die Thomasstahlschienen nicht den nach anderen Erzeugungsverfahren hergestellten Schienen unterlegen waren, insbesondere auch hinsichtlich der Verschleifsfestigkeit nicht hinter Martinstahlschienen gleicher Festigkeit zurückstanden. Der Hauptteil seiner Arbeit jedoch bezieht sich auf Schienen höherer Festigkeit, die im In- und Ausland mit Rücksicht auf die gestiegenen Raddrücke immer mehr zur ausschliefslichen Verwendung gelangen müssen. Solche Schienen mit einer Mindestzugfestigkeit von 70 kg/qmm können in einem neuzeitlichen Thomasstahlwerk ohne Schwierigkeiten erzeugt werden. Eine Reihe von Häufigkeitskurven beweisen die Sicherheit des Arbeitens hinsichtlich der erforderlichen Reinheit und Gleichmäfsigkeit des Werkstoffes. Die Irrtümlichkeit der Auffassung, dafs dem Thomasstahl ein schädlicher Gas- oder Oxydulgehalt eigentümlich sei, wird in treffender Weise klargestellt. Die Festigkeitseigenschaften der beschriebenen Thomasstahlschienen genügen weitgehenden Anforderungen. Die nach deutschen und nach amerikanischen Bedingungen durchgeführten Schlagproben, sowie die bei — 20° ausgeführten Kaltschlagproben geben ein Bild von der grofsen Zähigkeit der harten Schienen. Eine Reihe von Verschleifsproben nach einem Verfahren, das der natürlichen Schienenabnutzung möglichst angepafst ist, zeigen, dafs Thomasstahlschienen den Martinstahlschienen gleicher Festigkeit durchaus gleichwertig sind. In dem Artikel ist zum Schlufs die Ansicht ausgesprochen, dafs das Thomasverfahren durchaus noch nicht am Ende seiner Entwicklung angelangt ist, und dafs es einem gut geleiteten Betrieb, unterstützt durch die Mittel des neuzeitlichen Prüfwesens, möglich sein wird, hinsichtlich der Güter des Erzeugnisses und der Wirtschaftlichkeit des Verfahrens Fortschritte zu machen und auch gesteigerten Anforderungen der Verbraucher gerecht zu werden.

Zu den Ausführungen äufsern sich deutsche Eisenbahnfachleute in durchaus zustimmender Weise, denen sich auch ein schwedischer Fachmann in gleichem Sinne anschliefst. Es wird noch darauf hingewiesen, dafs ein Sauerstoffgehalt des Stahles, der infolge der Verursachung von Rotbruch die Warmformgebung sehr erschwert, in den praktisch vorkommenden Grenzen für die Festigkeitseigenschaften des Fertigerzeugnisses ungefährlich ist. Die Sauerstofffrage ist also eine Frage für den Walzwerker und kommt bei einer gut gewalzten Schiene für den Verbraucher gar nicht in Betracht.

H. Meyer.

### Amerikanische Eisenbetonschwelle.

Einen Versuch mit eigenartigen Betonschwellen hat kürzlich die Bangor Railway, Maine, unternommen. Die Schwellenform greift



Abb. 1. Amerikanische Eisenbahnschwellen.

— wie es schon mehrfach im Auslande geschehen ist — auf den alten Gedanken der Einzelunterstützung zurück. Zwei Betonklötze angemessener Länge werden durch 2 kräftige Längseisen zu je einer Schwelle vereinigt. Die Eisen liegen nebeneinander und gehen auf die ganze Länge durch (Abb. 1). Der Querschnitt der Klötze entspricht genau dem von Holzschwellen mit abgefasten Kanten. Die Schwellenklötze werden gegossen, dabei werden Löcher für die Schienenbefestigungen gleich ausgespart. Über Mischung und Armierung macht die amerikanische Quelle keine Angaben.

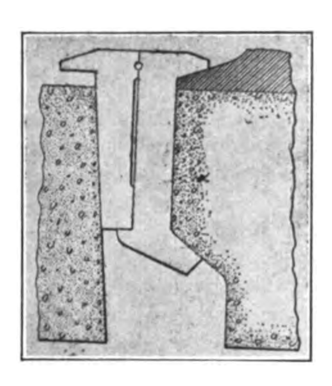


Abb. 2. Schienenbefestigung auf den amerikanischen Eisenbetonschwellen.

Die Schienenbefestigung ist eigenartig ausgebildet (Abb. 2). Die Schiene ruht unmittelbar auf der Betonschwelle auf und wird durch einen zweiteiligen, Ɛ-förmigen Schienennagel gehalten, dessen unterer Kopf unter eine Wulst aus Beton fafst. Der zweite, keilförmige Teil wird leicht angetrieben, bis die im Bilde ersichtlichen Halbkreisbohrungen aufeinanderpassen. In dieses Loch wird dann zur Sicherung ein Splintbolzen eingesetzt.

Dr. Gl.

*) Statistische Aufzeichnungen über das Verhalten von Schienen. 1922.

### Neuer Spannring als Muttersicherung.

Vom Bochumer Verein in Bochum wird eine neue Muttersicherung hergestellt und in den Handel gebracht, die aus einem federnden Spannring besteht. Während aber die gewöhnlichen federnden Spannringe aufgeschnitten sind und in der Form eines Gewindeganges ein kurzes Stück einer Schraubenfeder darstellen, besteht der neue Spannring aus einer geschlossenen, wellig geprefsten Stahlscheibe aus gehärtetem Federstahl (Abb. 1). Wird dieser Spannring anstelle einer Unterlagscheibe unter einer Schraubenmutter

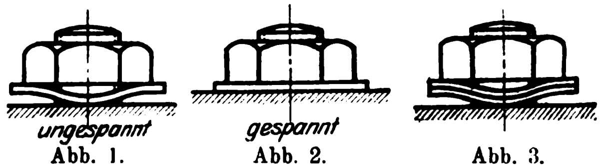



Abb. 1. Abb. 2. Abb. 3.

verwendet, so wird er beim Anziehen der Mutter flach geprefst (Abb. 2) und nimmt nicht mehr Raum ein, als eine Unterlagscheibe. Die Spannkraft des Spannrings ist so bemessen, dafs die Federkraft in diesem Falle etwa der zulässigen Belastung der zugehörigen Schraube entspricht, wobei eine Beanspruchung von 500 kg/qcm angenommen ist. Die Federkraft ist also wesentlich höher als bei den üblichen aufgeschnittenen Federringen. Die Wellentiefe des neuen Spannringes ist ausreichend grofs, um auch kleine Spielräume auszugleichen. Beispielsweise erhält der Spannring für Schrauben von 1″ Durchmesser eine Federkraft von 1800 kg, die sich bei 1 mm Spielraum auf etwa 1200 kg verringert. Bei diesem Druck kann aber die Mutter immer noch als gesichert betrachtet werden. Erst wenn bei vernachlässigten Schrauben der Spielraum wesentlich über 1 mm steigt, tritt ein stärkerer Abfall der Spannkraft des Ringes ein. Wird in besonderen Fällen eine Erhöhung der Federkraft gewünscht, so können zwei Spannringe mit den Wellen ineinander gelegt verwendet werden (Abb. 3); die Spannkraft wird hierdurch verdoppelt. Wird eine Vergröfserung des Federspieles verlangt, so können zwei oder mehr solcher Spannringe unter Zwischenlage einer gewöhnlichen Unterlagscheibe (Abb. 4) verwendet werden.

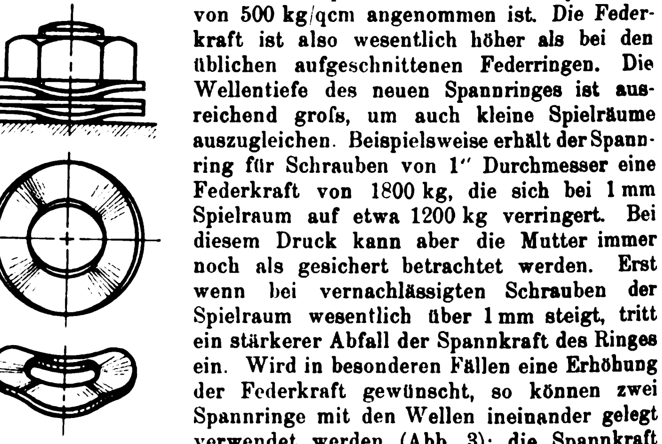
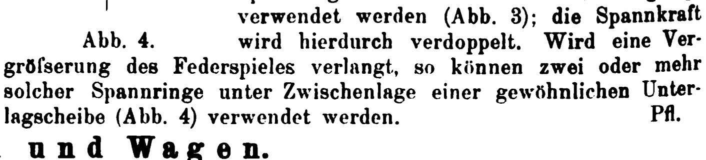


Abb. 4.



Pfl.

## Lokomotiven und Wagen.

### Verbesserung der hinteren Kolbenstangenstopfbuchse an Heifsdampflokomotiven nach Henke.

Bei der Deutschen Reichsbahn ist für die hinteren Stopfbuchsen von Heifsdampflokomotiven vielfach die in Abb. 1 dargestellte Ausführung in Gebrauch.

Diese Stopfbuchsen haben sich im allgemeinen gut bewährt. Zum Auswechseln der Dichtungsringe ist dabei das vollständige Abnehmen der Stopfbuchse notwendig, wozu in den meisten Fällen die Lokomotive verfahren werden mufs, da sich die Ringe nur vom Kolben her ein- und ausbringen lassen. Dies ist oft sehr zeitraubend, weil die Teile vielfach festgebrannt sind und in den meisten Fällen nur unter

Beschädigung losgeschlagen werden können. Aufserdem ist es nicht möglich, für die neu einzusetzenden Dichtungsringe genaues Mafs zu nehmen, weil das Messen des Innendurchmessers im Grunde der Buchse infolge der hindernden Kolbenstange überhaupt nicht möglich ist.

Die Beseitigung dieser Nachteile strebt eine dem Reservelokomotivführer Henke in Treysa patentierte Bauart nach Abb. 2 an.

Die Verbesserung besteht:

1. In der Zerlegung der Federhülse in Überwurfmutter a und Hülse b. Die letztere und die Spannbuchse c sind hierbei innen bzw. aufsen mit einem Ansatz versehen, damit beim Auswechseln der Dichtungsringe die inneren Teile der Stopfbuchse nicht vortreten können.
2. In der verbesserten Dichtung, die sich dadurch ergibt, dafs die beiden Dichtungsringe d und e je zwei unter 45 Grad geneigte Flächen (anstatt wie früher 60 Grad) mit dazwischen gelegtem Druckring aus Rotgufs haben.

Die nach 1 vorgenommene Änderung gestattet ein sehr schnelles Auswechseln der Dichtungsringe, ohne dafs die ganze Stopfbuchse herausgenommen oder gar die Lokomotive verfahren werden mufs. Die Überwurfmutter wird nur durch Lösen der Sicherung f entsichert, indem letztere in die Höhe gezogen wird, wobei gleichzeitig das Festhalteblech g für die Buchse b von selbst heruntergleitet und mit seiner Einkerbung auf der Buchse b den aufgeschweifsten Keil umschliefst und die letztere gegen Drehung beim Lösen der Überwurfmutter sichert. Diese kann nun losgeschraubt und in der Richtung des Kreuzkopfes zurückgeschoben werden. Der erste Dichtungsring tritt jetzt sofort infolge der Spannkraft der Feder hervor. Die beiden anderen Ringe, der Rotgufsring und der zweite Dichtungsring können leicht mittels eines Hakens durch die in den Ringen angebrachten Bohrungen herausgeholt werden. Aufser dem Vorteil des leichten Herausnehmens hat die Änderung auch den Vorzug, dafs die neu eingesetzten Ringe bequem und sicher gemessen werden können, da man die Mafse trotz der Kolbenstange mittels Tasters von vorn gut nehmen kann, was, wie oben erwähnt, im Grunde der Buchse bei der ursprünglichen Ausführung nicht möglich war.

Sind nun neue Dichtungsringe eingesetzt, so wird die Überwurfmutter mit einem besonderen Hakenschlüssel wieder aufgeschraubt und die Sicherungsbleche, die übrigens wegen des erforderlichen Seitenspieles der ganzen Stopfbuchse einen gewissen Spielraum haben müssen, werden wieder befestigt.

Eine weitere Verbesserung zeigt die Stopfbuchse durch die anderweitige Befestigung des vor derselben sitzenden Staubringhalters, der mit der Überwurfmutter fest verbunden ist und somit den Bewegungen der Buchse folgen mufs. Es fällt hierdurch ein Auflaufen der Kolbenstange im Grunde des Staubringes, wie es früher öfters vorgekommen ist, vollständig fort. Die Art der Befestigung des Ringes mit der Überwurfmutter ist aufserdem noch derart, dafs bei jeder Schlufsstellung der Mutter das Ölröhrchen des Staubringes stets senkrecht eingestellt werden kann. Das Ölrohr ist hierbei möglichst dicht an die Kolbenstange herangeführt. Der Staubring wirkt auf diese Weise für die Ölzufuhr nicht abdämmend und erhält auch eine längere Lebensdauer. Die Ölzufuhr zur Stange ist ferner noch geteilt, damit das Schmiergefäfs bei etwaiger Dampfausströmung unbeeinträchtigt bleibt. Der Dampf kann aus dem Öltrichter entweichen. Auf diese Weise wird einer Schmierölverschwendung vorgebeugt.

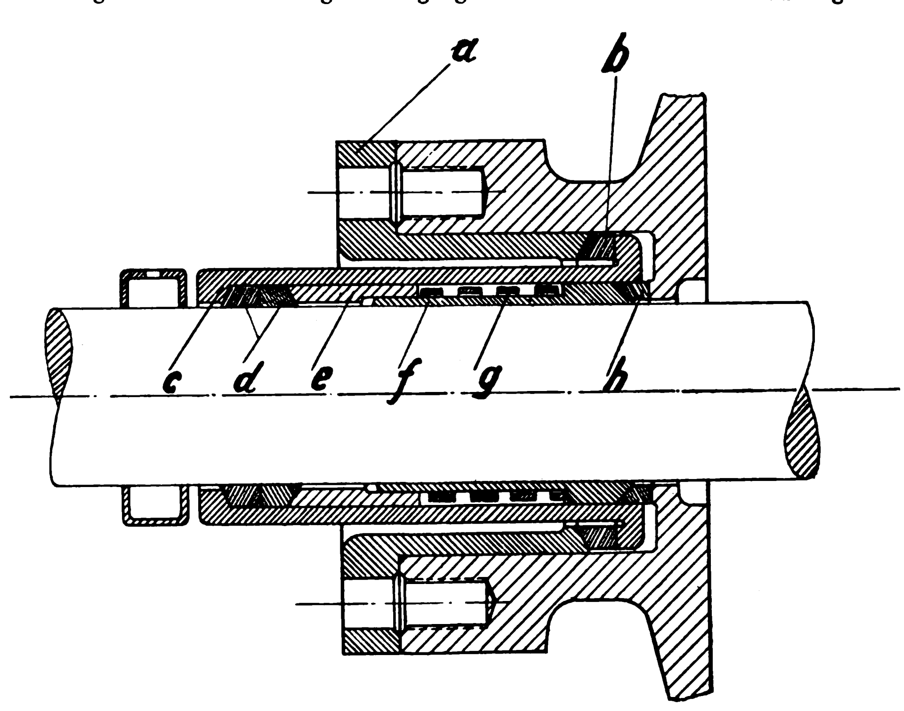


Abb. 1. Kolbenstangenstopfbuchse für Heifsdampflokomotiven der Deutschen Reichsbahn.

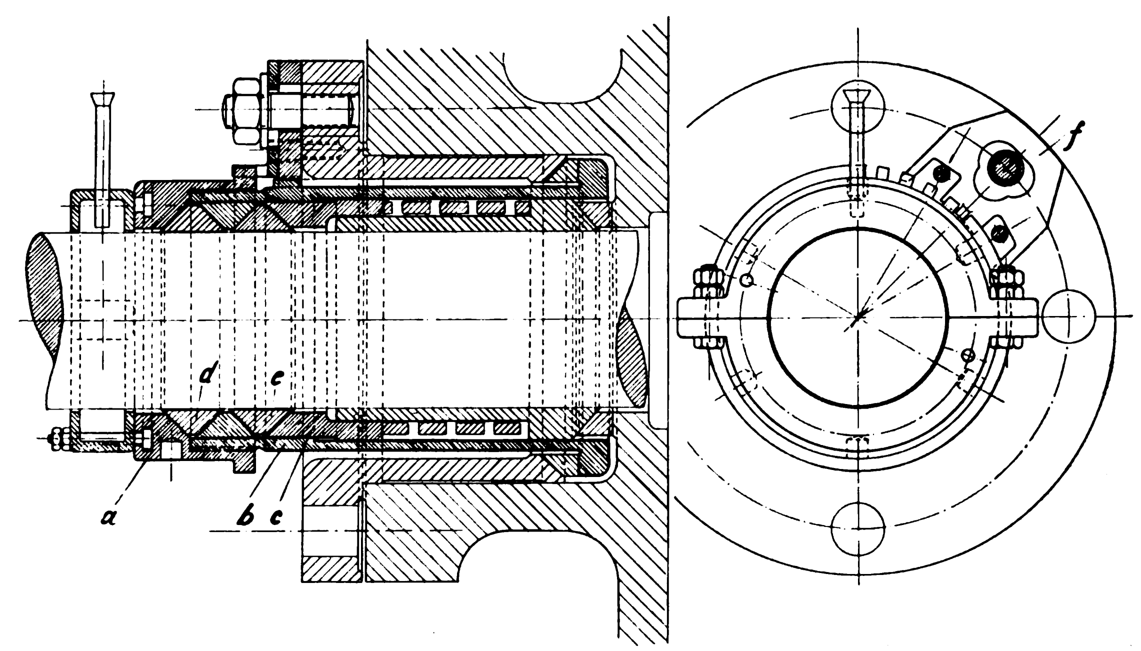


Abb. 2. Verbesserte Kolbenstangenstopfbuchse nach Henke.

Diese Verbesserungen sind besonders bei den immer mehr zur Verwendung kommenden Dreizylinderlokomotiven wegen der schlechten Zugänglichkeit des inneren Zylinders von Vorteil.

Es ist möglich, alte Stopfbuchsen der neuen Bauart anzupassen, so dafs sich jede hintere Kolbenstangenbuchse leicht und mit geringen Kosten umbauen läfst.

Mehrere nach Bauart Henke bereits geänderte Stopfbuchsen haben sich innerhalb Jahresfrist gut bewährt. E. Baum.

## Zur Frage des Kipprostes der Reichsbahnlokomotiven.

In längeren Ausführungen in Glasers Annalen (Heft 9 vom 1. November 1924) nimmt Professor Nordmann vom Eisenbahnzentralamt Stellung zu den mannigfachen Erörterungen, die in letzter Zeit in Fachzeitschriften über die Durchbildung des Lokomotivrostes erschienen sind, und weist insbesondere, auf umfangreiches Material gestützt, die von den Verfechtern des Titanrostes gegen das Eisenbahnzentralamt erhobenen schweren Angriffe wegen angeblich ungenügender Beachtung der Wirtschaftlichkeit der Lokomotivfeuerung scharf zurück.

Dafs der Kipprost an sich erhebliche Vorteile bietet, bedarf keiner besonderen Begründung. Er gibt namentlich bei den neueren grofsen Lokomotiven die Möglichkeit schnellerer Entschlackung und erleichtert die Arbeit für die damit betrauten Bediensteten. Diese Vorteile werden heute für so erheblich erachtet, dafs man nicht nur für Rostflächen von mehr als 3 qm, der früher in Preufsen bei der guten Vorkriegskohle noch ohne Kipprost betriebenen Maximalrostfläche, sondern auch für wesentlich kleinere den Kipprost grundsätzlich anwendet. Die Abschlackzeiten von 30 bis 40 Minuten werden durch Kipproste auf 10 bis 15 Minuten herabgesetzt.

Eine Anzahl von Reichsbahnlokomotiven, auch der ehemalig preufsischen Direktionen, ist bereits mit Kipprosten versehen; wegen der früher in Preufsen stets zur Verfügung stehenden hochwertigen Kohlen und der durchschnittlich kleineren Rostflächen war hier die Einführung der Kipproste langsamer erfolgt.

Der Kipprost in der Gestalt des Spindelrostes ist seit den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts bekannt und hat sich bei den Lokomotiven in Süddeutschland seit langer Zeit bewährt Seit 1920/21 werden alle neu zu beschaffenden Lokomotiven der D. R. G. mit dem Spindelkipprost, der die Regelbauart sein soll, ausgestattet und vor nicht langer Zeit sind weitere erhebliche Mittel für die Ausrüstung der vorhandenen Lokomotiven mit Spindelrosten bewilligt worden.

Der einfache, ungarische Kipprost Bauart Rezsny oder „Titanrost“, ist nach den wenig befriedigenden Betriebsergebnissen und den Mängeln, die ihm auch nach dem letzten Umbau anhafteten, auf Lokomotiven mit kleineren Rostflächen, beschränkt. Schon im Jahre 1918, als der Lokomotivausschufs einstimmig die Kipproste einzuführen beschlofs, wurde der Titanrost als Behelf angesprochen, aber dennoch ein grofszügiger Versuch damit bei etwa 200 $G_{12}$ Lokomotiven gemacht. 1921 sah sich die Titangesellschaft veranlafst, eine neue Ausführung herauszubringen, bei der zur Vergröfserung der freien Öffnung drei Klappenteile vorgesehen waren. Die auf die vorderen Auflager aufschlagenden Stäbe der Kippfelder wurden zur Verhütung von Brüchen aus Flufseisen hergestellt, die wiederum zum Schutz gegen Abbrand von gufseisernen Querstäben umfafst waren. Aber auch diese Ausführung konnte nach den Berichten der Reichsbahndirektionen nur als Notbehelf betrachtet werden. Gegenüber der von der Titanrostgesellschaft erhobenen Klage über mangelhaftes Entgegenkommen des Zentralamtes in der Anwendung dieser einfachen Kipprostbauart ist hervorzuheben, dafs der Einbau des Titanrostes inzwischen bei zahlreichen weiteren Lokomotiven erfolgt war. Die festgestellten Mängel bestanden in der ungünstigen Lage unmittelbar vor der Feuertür, in der Notwendigkeit, vor dem Hochkippen erst die auf dem Kipprost lagernden Schlacken und Reste der Feuerschicht zu entfernen, in der weiteren Notwendigkeit, die Schlacken bis in die Nähe des Schürloches heranzuziehen, und in der Bruchgefahr bei nicht ordnungsmäfsiger Säuberung der vorderen Auflager. Angesichts dieser erschwerten Handhabung konnte der Titanrost als eine Erleichterung nur bei mäfsig verschlacktem Feuer angesehen werden. Eine nochmalige Verbesserung des Rostes und Erprobung bei 20 Tenderlokomotiven der Gattung $T_{16}$ befriedigte noch weniger; das Personal gab der älteren Form den Vorzug.

Im Anschlufs an die Rostfrage weist Nordmann darauf hin, dafs entgegen der Mutmafsung eines dem Titanrost nahestehenden Autors auf die Beachtung der Wirtschaftlichkeit bei der Lokomotivfeuerung vom Zentralamt gröfster Wert gelegt wurde und teilt einige Ergebnisse der angestellten Versuche mit. Zwei Lokomotiv-Mefswagen jeder mit einem Orsat-Apparat zur genauen Rauchgasuntersuchung, der ältere Wagen ferner mit einem Duplex-Mono-Rauchgasprüfer, der neuere mit einem neuen Rauchgasprüfer von Siemens und Halske zur schnelleren, der rasch wechselnden Beanspruchung im Lokomotivbetrieb angepafsten Untersuchung der Rauchgase ausgestattet, überwachen ständig auch den Feuerungsbetrieb. Auf Grund der Versuche gilt die niedrige Feuerschicht als die Regel, hinsichtlich deren also eine Meinungsverschiedenheit zwischen der Reichsbahn und den Verfechtern des Titanrostes gar nicht besteht. Hierbei ergeben sich Kohlenoxydgehalte zwischen 0 und 2%, die auch nach mehrstündigen Fahrten bis zum Ende der Fahrt verbleiben. Die niedrige Feuerschicht verhütet die Möglichkeit, dafs die in der untersten Verbrennungszone zunächst gebildete Kohlensäure bei ungenügendem Luftzutritt in den oberen Brennstoffschichten sich zu Kohlenoxyd zurückbilden kann. Eine Erhöhung des Kohlenoxydgehaltes um 1% bedeutet einen Durchschnittsverlust an Wärme von 4%. Auf die fortschreitende Einführung der niedrigen Schicht sind auch zum gröfsten Teil die Ersparnisse an Kohlen zurückzuführen; nach der Statistik sind im Mai 1924 gegenüber dem gleichen Monat des Vorjahres 11,8%, im Juni 14,7%, im Juli 13,3% Kohlen für 1000 Lokomotivkilometer erspart worden.

Das Durchfahren längerer Strecken mit derselben Lokomotive stellt eine wirtschaftlichere Betriebsführung dar als ein häufiger Lokomotivwechsel; gute Kohle gestattet in dieser Beziehung noch Verbesserung. Zur Verteidigung einer bestimmten Kipprostbauart kann dies Argument indes nicht herangezogen werden; bei der in der Regel fehlenden Möglichkeit eines Ausschlackens unterwegs spielt der Kipprost in diesem Zusammenhang überhaupt keine Rolle. Im Sommerfahrplan 1924 konnten auf zahlreichen Strecken Fahrten ohne Zwischenfeuerreinigung im Güterzugdienst zwischen 120 und 166 km, im Schnellzugdienst zwischen 200 und 385 km zurückgelegt werden. Im Güterzugdienst gehen die Jahresleistungen für eine Lokomotive 1924 in einem Falle bis zu 94000 km herauf und verbleiben im Mindestfalle immer noch bei 50000 km, während im Schnellzugdienst sogar 133000 km in einem Falle erreicht sind und etwa 70000 km das Mindestmafsdarstellen.

## Einheitsroststäbe bei der D. R. G.

Im Anschlufs hieran sei darauf hingewiesen, dafs nach einem Erlafs des Reichsverkehrsministeriums vom Jahre 1923 für die Lokomotiven preufsisch-hessischer Bauart künftighin nur noch Einheitsroststäbe in den Längen 550, 600, 700, 800 und 900 mm beschafft werden. Für Kipproste mit Spindelantrieb kommen ausschliefslich Doppelroststäbe von 450 mm Länge in Frage.

Die durch den Einbau der Einheitsroststäbe im allgemeinen erforderliche Verlegung der Rostträger und -Balken soll gelegentlich gröfserer Ausbesserungsarbeiten an den Kesseln vorgenommen werden. Soweit es das Lebensalter der Lokomotiven rechtfertigt, soll gleichzeitig auf den nachträglichen Einbau von Kipprosten mit Spindelantrieb Rücksicht genommen werden; das für den Kipprost bestimmte Rostfeld ist einstweilen mit festzulagernden Kipproststäben (Doppelroststäbe) abzudecken, die am vorderen Ende mittels versplinteter Bolzen zu befestigen sind. Dreifache Kipproststäbe, die beim Abkühlen leicht reifsen, sind nicht mehr herzustellen. Sobald es die Verhältnisse gestatten, ist eine gemeinsame Beschaffung der Kipprostteile in Aussicht genommen.

Inwieweit Lokomotiven, die für den Einbau eines Kipprostes mit Spindelantrieb nicht mehr in Frage kommen, mit Titanrosten auszurüsten sind, kann erst entschieden werden, wenn die Versuche mit Rosten dieser Bauart ein einwandfreies Urteil über die Brauchbarkeit erbracht haben. Vorerst sind weitere Lokomotiven mit Titanrosten nicht mehr auszurüsten.

Die für die einzelnen Lokomotivgattungen zu verwendenden Roststablängen sind vom Eisenbahnzentralamt in einer Zusammenstellung auf Zeichnung E. Z. A. A. m. 895. 3. 15 vorgetragen, aus der auch ersichtlich ist, welche Lokomotivgattungen Kipproste mit Spindelantrieb erhalten sollen und bei welchen Gattungen wegen ihres Alters oder baulichen Zustandes sich der Einbau nicht mehr lohnt.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.



# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

**Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen**

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

80. Jahrgang | 30. April 1925 | Heft 8

## Die Dampf-, Öl- und Druckluftlokomotiven auf der Eisenbahntechnischen Ausstellung in Seddin.

Von Oberregierungsbaurat a. D. **R. P. Wagner**, Mitglied des Eisenbahn-Zentralamtes Berlin.

(Fortsetzung von Seite 89; Schlufs).

### III. Die regel- und breitspurigen Tenderlokomotiven.

Wenn in der allgemeinen Entwicklung der Dampflokomotiven im letzten Vierteljahrhundert die Auslese der geeignetsten Bauformen zu einer beginnenden und schon deutlich erkennbaren Uniformierung geführt hat, so trifft dies für die Tenderlokomotiven nicht in dem Mafse zu wie für Lokomotiven mit Schlepptender. Ihr einzig gemeinsames Merkmal ist das Mitführen der Vorräte auf demselben Fahrzeug, im übrigen aber wäre es an sich richtig, sie nach den sonst üblichen Unterscheidungsmerkmalen zu trennen in Maschinen für Bahnhofs- und Streckendienst, für grofse und geringe Leistung oder Höchstgeschwindigkeit, für Flachland- und Gebirgsdienst usw. Eine derartig strenge Scheidung, besonders die nach dem Verwendungszweck, ist jedoch bei der Mehrzahl der Tenderlokomotiven nicht gut möglich, da sie für mehrere ganz verschiedene Zwecke in gleichem Mafse verwendbar sind, wenn man ihnen im Betrieb einzelne Zugeständnisse macht.

Damit ist der Tendermaschine bereits das Merkmal einer Kompromifsbauart aufgedrückt; man darf allgemein sagen, dafs jede derartige Lokomotive bei Anwendung der üblichen Achsdrücke ein Kompromifs darstellt zwischen mangelhafter Reibungsausnutzung durch zu niedrige Kesselleistung einerseits und zu geringen Vorräten andrerseits.

Die Verschiedenheit der Betriebsprogramme hat es bei dessen grofsem Einflufs auf die Menge der Vorräte hauptsächlich verhindert, dafs die Tenderlokomotiven sich allmählich ebenso uniformierten wie die Lokomotiven mit Schlepptender. Wegen der Forderung, einige Kubikmeter Wasser mehr als bisher unterzubringen, mufs bei niedrigen und mittleren Achsdrücken nicht selten die Hauptbauart der Maschine geändert werden, und trotz aller Sorgfalt im Abwägen der einzelnen Erfordernisse haut hier der Konstrukteur häufiger daneben als sonst.

Das Ergebnis ist in solchen Fällen eine Maschine, mit welcher der Betrieb unzufrieden ist und die er als »verbaut« bezeichnet, ohne zu bedenken, dafs er das Ergebnis durch das Verlangen nach grofsem Wasservorrat selbst verschuldet hat. Eine wirklich gelungene Tendermaschine aber wird beim Personal stets beliebter werden als irgend eine andere Lokomotive, da sie ihrer verhältnismäfsig kleineren Leistungen wegen nicht ebenso grofse Daueranstrengungen erfordert, andererseits aber durch gute Führerhausausbildung dem Führer und Heizer weit gröfsere Bequemlichkeit bietet als eine Maschine mit Tender.

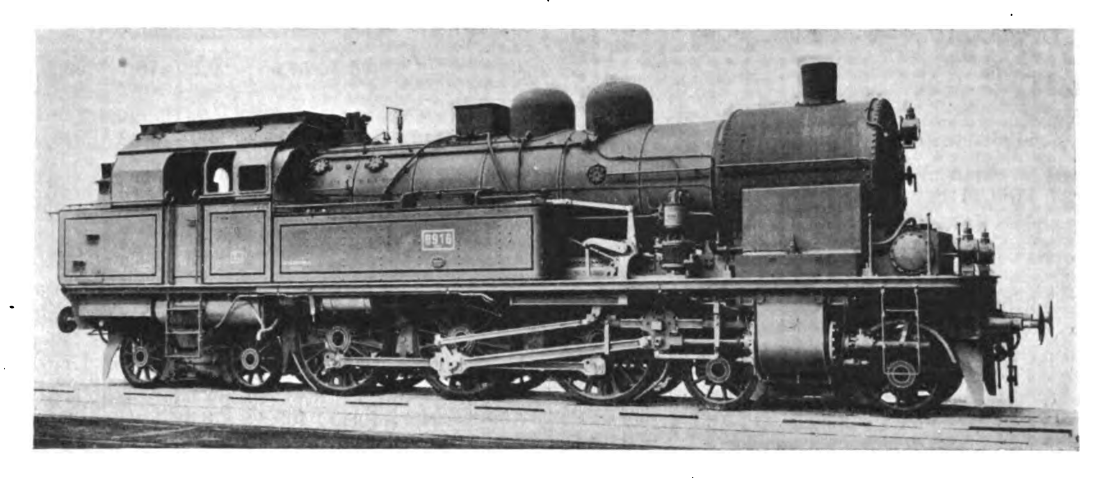


Abb. 12. 2 C 2-h 2 Personenzuglokomotive der Deutschen Reichsbahn. Pt 37.17 (T 18).

Eine solche beliebte Tenderlokomotive ist die lfd. Nr. 14 der Zusammenstellung 3 (Abb. 12), die 2 C 2-Zweizylinder-Heifsdampfpersonenzuglokomotive der Gattung $P_t$ 37.17 der Deutschen Reichsbahn. Sie wurde im Jahre 1912 erstmals als Gattung T 18 für die ehemalige preufsisch-hessische Staatsbahn gebaut für die Beförderung von Schnell- und Personenzügen auf den kurzen Strecken Mainz—Wiesbaden und Altefähr—Safsnitz, wo es wegen der Kürze der Strecke mehr auf schnelle

*Um dem Bedürfnis der Eisenbahnverwaltungen zu entsprechen, solche Aufsätze, auf deren eingehende Kenntnis und Beachtung sie zur Förderung dienstlicher Interessen besonderen Wert legen, einem größeren Kreis ihrer Beamten zugänglich zu machen, können Sonderdrucke der im Organ veröffentlichten Aufsätze hergestellt werden. Bestellungen wollen spätestens acht Tage nach dem Erscheinen der Hefte an C. W. Kreidel's Verlag, München, Trogerstraße 56 gerichtet werden; auch alle auf Sonderdrucke bezügliche Anfragen sind dorthin zu richten. Der Preis beträgt je Druckseite-Umfang für eine Auflage von 20 Stück 6,50 Mark, für je weitere 10 Stück 0,40 Mark.*

*Selbstverständlich können auch die Fachhefte außerhalb des regelmäßigen Bezugs der Zeitschrift abgegeben werden.*



*Die Schriftleitung.*

## Zusammenstellung 3.

Hauptabmessungen der regelspurigen Tenderlokomotiven.

| Lfd. Nr. | 14 | 15***) | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 C 2 - H . $P_t$ . L DR. $P_t$ 37.17 (T 18) Vulcan | 1 D 2 - H . $G_t$ . L f. Portugal Henschel | 1 D 1 - H . $G_t$ . L DR. $G_t$ 46.17 (T 14¹) Union-Giefserei | 1 E 1 - H . $G_t$ . L DR. $G_t$ 57.19 (T 20) Hanomag | $D_t$ D - H . $G_t$ . L DR. $G_t$ 88.16 ($G_t$ 2×4/4) Maffei | E - H . Z . $G_t$ . L DR. Z 55.15 (E + 1 Z) Efslingen | D - H . $G_t$ . L DR . L 44.12 ($G_t$ L 4/4) Krauss | E - T . L Hohenzollern | D - T . L Orenstein u. Koppel | D - T . L Linke-Hofmann | D - T . L Henschel | C - H . T . L Henschel | C - T . L Hohenzollern | C - T . L Henschel | C - T . L A. E. G. | C - T . L Hanomag | B - T . L Jung |
| Zyl.-Durchm. $d_h$ . | 2×560 | 2×610 | 2×600 | 2×700 | 2×520 | 2×560 | 2×460 | 2×540 | 2×550 | 2×500 | 2×450 | 2×520 | 2×450 | 2×430 | 2×450 | Interessant hauptsächlich wegen der Caprottisteuerung | 2×380 |
| Zyl.-Durchm. $d_n$ . | — | — | — | — | 2×800 | 2×560 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | — |
| Kolbenhub s . . . . | 630 | 660 | 660 | 660 | 640 | 560 | 508 | 630 | 550 | 600 | 550 | 630 | 550 | 550 | 550 | | 500 |
| Verbinderverhältnis | — | — | — | — | 1 : 2,27 | 1:2,435 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | — |
| Treibraddurchm. D | 1650 | 1350 | 1350 | 1400 | 1216 | 1159 | 1006 | 1200 | 1100 | 1250 | 1100 | 1250 | 1080 | 1100 | 1100 | | 980 |
| Kesseldruck p . . | 12 | 13 | 12 | 14 | 15 | 14 | 12 | 13 | 13 | 13 | 13 | 12 | 13 | 13 | 12 | | 12 |
| Rostfläche R. . . . | 2,44 | 3,6 | 2,56 | 4,36 | 4,25 | 2,5 | 1,34 | 2,8 | 2,5 | 2,17 | 1,6 | 1,5 | 1,58 | 1,6 | 1,7 | | 1,15 |
| Heizfl. d. Feuerb. $H_b$ | 13,04 | 17,2 | 13,89 | 17 | 14,62 | 12,6 | 5,85 | — | 10,34 | — | — | — | — | — | — | | — |
| „ „ Rohre $H_r$ | 125,3 | 160,6 | 115,41 | 183 | 219,23 | 12,6 | 55,56 | — | 128,32 | — | — | — | — | — | — | | — |
| Gesamtheizfl. $f_H$ . . | 138,34 | 177,8 | 129,3 | 200 | 233,85 | 104,5 | 61,41 | 185 | 138,66 | 143 | ~ 92 | 75,1 | 124,4 | ~ 90 | ~ 90 | | 72 |
| Überhitzerheizfl. $H_ü$ | 49,2 | 55 | 50,28 | 62,5 | 57,75 | 117,1 | 18,36 | — | — | — | — | 29,2 | — | — | — | | — |
| Leergewicht $G_l$ . . | 83,2 | 79,1 | 81,1 | 103,7 | 101,7 | 42,3 | 36,3 | 60 | ~ 46 | 47 | ~ 39,7 | ~ 42 | 59,5 | 33 | 32 | | ~ 24 |
| Dienstgewicht $G_d$ . | 105 | 103,7 | 104 | 127,4 | 127,6 | 62,2 | 46,3 | 78 | ~ 60 | 60 | ~ 52 | ~ 52,5 | 50 | 42 | 42 | | ~ 31,5 |
| Reibungsgew. $G_r$ . | 51,1 | 67,2 | 70 | 95,3 | 127,6 | 77,9 | 46,3 | 78 | ~ 60 | 60 | ~ 52 | ~ 52,5 | 50 | 42 | 42 | | ~ 31,5 |
| Gr. Geschw. $V_{gr}$ . | 90 | — | 65 | 65 | 50 | 50/10 | 40 | — | — | — | — | — | — | — | — | | — |
| $f_H/R$ . . . . . . . . | 56,7 | 49,4 | 50,5 | 45,9 | 55 | 46,8 | 45,8 | 66,1 | 55,5 | 66 | 57,5 | 50,1 | 78,7 | 56,2 | 53 | | 62,6 |
| $H_ü/f_H$ . . . . . . . . | 0,356 | 0,309 | 0,389 | 0,313 | 0,247 | 0,361 | 0,299 | — | — | — | — | 0,389 | — | — | — | | — |
| Zugkraftkonst. $C_1$. | 1196 | 1820 | 1760 | 2310 | 3370 | 1527 / 3720 | 1070 | 1531 | 1512 | 1200 | 1013 | 1360 | 1032 | 923 | 1013 | | 737 |
| Zugkraft $Z_i$ *) . . . | 7180 | 11820 | 10560 | 16170 | 20200 | 10680 / 20800 | 6420 | 9960 | 9830 | 7800 | 6580 | 8170 | 6710 | 6000 | 6080 | | 4420 |
| $Z_i/G_r$ . . . . . . . . | 140,5 | 176 | 150,7 | 169,5 | 158,4 | 137,2 / — | 138,5 | 127,5 | 164 | 130 | 126,6 | 155,5 | 134,2 | 143 | 145 | | 140,3 |
| Zyl.-Inhalt J **) . . | 310,5 | 385,5 | 373 | 508 | 643 | 275 / (671) | 168,7 | 288,3 | 261,2 | 235,5 | 174,8 | 267,5 | 174,8 | 159,7 | 174,8 | | 113,3 |
| $J/f_H$ . . . . . . . . . | 2,245 | 2,17 | 2,88 | 2,54 | 2,75 | 2,36 / 5,73 | 2,75 | 1,557 | 1,885 | 1,647 | 1,9 | 3,56 | 1,405 | 1,776 | 1,944 | | 1,575 |
| J/R . . . . . . . . . | 127,2 | 107 | 145,6 | 116,5 | 151,3 | 110,3 / 268 | 126 | 103 | 104,5 | 108,6 | 109,3 | 178,3 | 110,6 | 99,8 | 102,8 | | 98,5 |

*) und **) siehe Zusammenstellung 1. ***) 1670 Spur.

Beschleunigung der Züge als auf grofse Höchstgeschwindigkeit ankam. Ihre Vortype war in Preufsen eine nur in wenigen Stücken vorhandene, wegen ihrer geringen Vorräte und mangelhaften Fahreigenschaften schnell verlassene 2 C-Heifsdampftenderlokomotive Gattung T 10, ihr eigentliches Vorbild aber eine kurz vorher für die Bahnen des Reichslandes Elsafs-Lothringen gebaute 2 C 2-Heifsdampftendermaschine ähnlicher Hauptabmessungen.

Dem Betriebsprogramm entsprechend erhielt die T 18 den sonst nicht üblichen Treibraddurchmesser von 1650 mm, der mit der Kesselleistung und dem Zylinderinhalt so gut abgestimmt war wie bei einer Tendermaschine möglich. Das reichsländische Vorbild hatte neben seinen guten Seiten auch in einer Beziehung als warnendes Beispiel dienen können; bei dieser Maschine waren die Bremsklötze der gekuppelten Achsen unterhalb der Achsmitte angeordnet, so dafs beim Bremsen diese Achsen angehoben wurden und ihr Lastanteil auf die Drehgestelle abwanderte. Von ihnen war nur das vordere abgebremst und die Drehgestellbremse war einem noch heute nicht gänzlich ausgerotteten Personalvorurteil zufolge meist abgeschaltet, so dafs Leerfahrten und Verschiebebewegungen mit der Maschine äufserster Vorsicht bedurften. Bei der T 18 wurde der Mangel dadurch vermieden, dafs die Bremsklötze der gekuppelten Achsen einseitig (hinten) und auf Achsmitte angebracht wurden. Das vordere Drehgestell wurde wie üblich abgebremst. Da auch hier noch, besonders bei Rückwärtsfahrt, eine gewisse Unsicherheit der Bremswirkung zu bemerken war, wurde bei späteren Lieferungen auch das hintere Drehgestell, das ohnedies dem vorderen völlig gleich war, mit Bremse versehen.

Die Maschine zeigt ein gefälliges Aussehen; der Kessel und der Wasserkasten zwischen den Rahmenblechen sind so weit nach vorn geschoben, dafs der Rost über der letzten Kuppelachse und der Aschkasten noch vor dem hinteren Drehgestell liegt. Die seitlichen Vorräte konnten als Ausgleich dazu soweit nach hinten geschoben werden, dafs der Kessel vorn frei zu liegen kam und die Maschine trotz der niedrigen Kessellage ein schnittiges Aussehen erhielt.

Nachdem sich die ersten Maschinen auf den oben genannten Strecken gut bewährt hatten und einige weitere auch anderen Direktionen für ähnliche Betriebszwecke mit gleichem Erfolg zugewiesen waren, mehrten sich von allen Seiten die Anforderungen, so dafs immer gröfsere Mengen beschafft wurden. Bei der Verwendung der T 18 sind einzelne Betriebsstellen weit über den Betriebsbereich einer Tenderlokomotive hinausgegangen; so z. B. wurden mehrere Jahre in und nach dem Kriege sämt-

liche Schnellzüge auf der Strecke Berlin—Stettin (134 km) nur mit T 18 gefahren, und als kürzlich in Frage kam, einen holländischen Schnellzug zwischen Berlin und Rheine (rund 450 km) ohne Maschinenwechsel zu befördern, wurde von einer Stelle allen Ernstes hierfür die T 18 vorgeschlagen. Hierfür ist die Maschine natürlich denkbar ungeeignet, denn der Hauptvorteil, das Wenden ohne zu drehen, fällt hier nicht ins Gewicht, dagegen würde der kleine Treibachsdurchmesser trotz der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 90 km/Std. die Zuggeschwindigkeit unzulässig beschränken, wenn man das schnelle Ausschlagen des Triebwerks bei hohen Drehzahlen vermeiden will. Die Verwendung eines gröſseren Treibraddurchmessers würde den Verwendungsbereich der Maschine erweitern, daher ist auch unter den für das Reich zu bauenden Einheitslokomotivgattungen eine ähnliche, aber stärkere 2 C 2-Tenderlokomotive mit 1750 Raddurchmesser vorgesehen worden.

Die T 18 ist die einzige ausgesprochene Personenzugtenderlokomotive auf der Ausstellung; daneben sind aber noch eine Anzahl Tendermaschinen vorhanden, die sich für gemischten Dienst, d. h. unter gewissen Einschränkungen sowohl zum Befördern von Personen- wie von Güterzügen eignen. Die stärkste von ihnen ist die von der Firma Henschel & Sohn in Cassel ausgestellte 1 D 2-Lokomotive, die einer Reparationslieferung für einen der mächtigsten Kriegsgegner Deutschlands, für Portugal entnommen ist (lfd. Nr. 15 der Zusammenstellung 3, Abb. 13).

Die Maschine ist breitspurig (1670 mm Spur) und mit Blechrahmen versehen, in dem ein Teil des Wasservorrats untergebracht ist. Sie ist eine Zweizylinderlokomotive mit Schmidtschem Groſsrohrüberhitzer und der dem Reibungsgewicht von 67,2 t entsprechenden Verdampfungsheizfläche von rund 178 qm. Da der Stehkessel gröſstenteils hinter die letzte gekuppelte Achse zu liegen kam und der zulässige Achsdruck vorn erreicht war, blieb hinten nur die Einfügung eines zweiachsigen Drehgestells übrig, um die überhängende Last aufzunehmen. Trotz des langen Radstandes ist die Maschine ausgezeichnet kurvenbeweglich; sie durchfährt Krümmungen bis zu 120 m Halbmesser herab einwandfrei und ist dazu bestimmt, im Hügelland Güterzüge bis zu 1200 t Gewicht zu befördern. Die Einzeldurchbildung der Maschine lehnt sich, abgesehen von einigen besonders geforderten Ausrüstungsstücken eng an die preuſsische Konstruktionspraxis an, doch ist der Überhitzer, wohl mit Rücksicht auf die zu erwartende dürftige Unterhaltung, etwas knapp bemessen.

Zum Vergleich mit der 1 D 2-Lokomotive kann die einzige ausgestellte, vierfach gekuppelte deutsche Vollbahntenderlokomotive nicht ohne weiteres herangezogen werden, da sie in ihrer Grundform erheblich älter und für andere Betriebsaufgaben bestimmt ist. Es ist das die laufende Nr. 16 der Zusammenstellung 3 (Abb. 14), die ehemals preuſsische Gattung T $14^1$, jetzt $G_t$ 46.17.

In ihrer Urform als T 14 erstmals im Jahre 1914 beschafft, sollte sie gleichmäſsig dem schweren Nahpersonen- und Ausflugverkehr wie auch zur Beförderung schwerer Nahgüterzüge im Flachland dienen. Ihrer Gesamtanordnung nach sollte sie die Lücke ausfüllen, die durch die Überalterung und unzureichende Leistung ihrer Vorgängerin, einer D-Naſsdampfmaschine, entstanden war. Dies hat sie auch im wesentlichen getan und sich ein vielseitiges Verwendungsgebiet geschaffen, wenn sie auch nicht unbedingt zu den konstruktiv geglückten Bauarten gezählt werden kann. In ihrer ersten Ausführung wies sie z. B. den schweren Mangel auf, daſs sie nicht ohne Abheben der Endachsen Ablaufberge befahren konnte, und ihre überaus gedrängte Bauart und die Unzugänglichkeit vieler wichtiger Teile erschweren ihre sachgemäſse Untersuchung und Unterhaltung. In den letzten Kriegsjahren wurde der Entwurf einer nochmaligen Durcharbeitung unterzogen; der bisherige Wasservorrat von 11 cbm, der in zwei seitlichen und einem Rahmenwasserkasten untergebracht war, sollte hierbei auf 14 cbm erhöht werden, um den Betriebsbereich über 30 km hinaus zu erweitern. Da bei der T 14 durch das weite Vorrücken von Kessel und Wasserkästen ungewöhnlicherweise die vordere Laufachse mit 17,3 t am stärksten belastet war, die beiden mittleren gekuppelten Achsen aber mit 15,7 und 14,2 t verhältnismäſsig schwach, so erschien dies durch Hinzufügen eines Behälters hinter dem Führerhause (unterhalb der Kohlen) bei anderer Einteilung der Stützsysteme möglich. Die Aufgabe gelang jedoch nicht, und die hintere Laufachse erhielt bei der T $14^1$ eine erhebliche Überlast, während das Vorderende unnötig stark entlastet wurde. Die ungleiche Lastverteilung macht die Maschine für eine groſse Anzahl Strecken unverwendbar, für die sie sich sonst eignen würde, ohne daſs die hohe Achsbelastung der Reibungsausnutzung zugute käme. Auch wenn der hintere Wasserkasten blind abgeflanscht wird, ist ihre Verwendung auf Nebenbahnlinien auf wenige Strecken beschränkt.

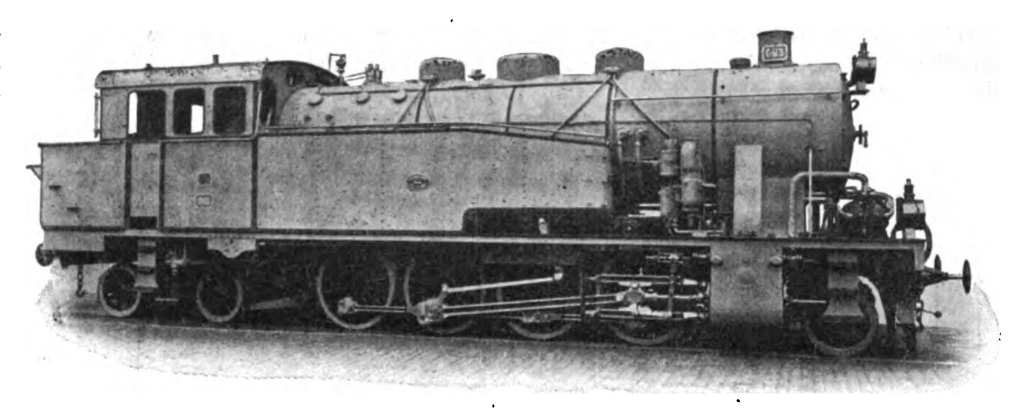


Abb. 13. 1 D 2 Heiſsdampf-Tenderlokomotive für Portugal; erbaut von Henschel & Sohn, Cassel.

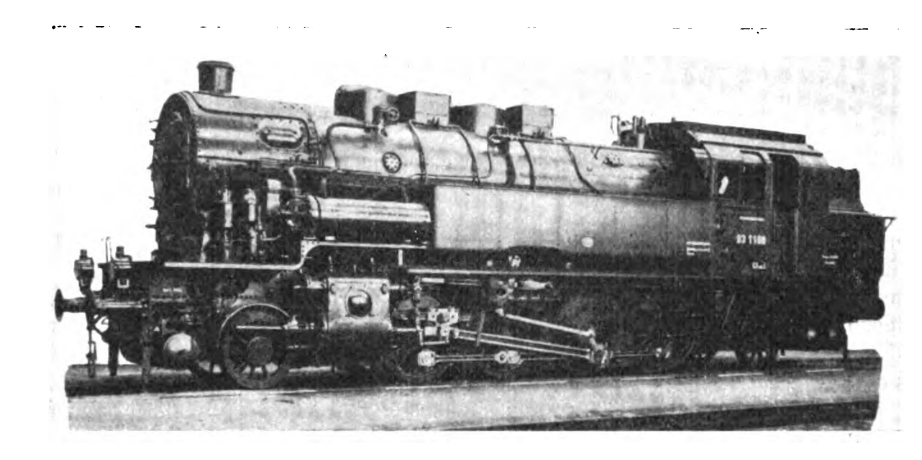


Abb. 14. 1 D 1-h 2 Tenderlokomotive der Deutschen Reichsbahn. Gt 46.17 (T $14^1$).

Ausgestellt ist die neuere Ausführungsform, die T 14[1], die im übrigen für das Befahren von Ablaufbergen genügend senkrechte Verschieblichkeit der Endachsen erhielt. Im einzelnen ist die Maschine recht sorgfältig durchdacht und durchgearbeitet; die Endachsen sind radial verschiebliche Deichselachsen mit Blattfederrückstellung, die gekuppelten Achsen sind sämtlich fest und bilden einen festen Radstand von 4,5 m Länge, doch sind die Spurkränze der beiden mittleren um 15 mm geschwächt, um das Durchfahren der Weiche 1 : 7 mit 140 m Halbmesser zu ermöglichen. Der Raddurchmesser ist abweichend von dem späteren Regeldurchmesser der preufsischen Güterzuglokomotiven nicht zu 1400, sondern zu 1350 mm gewählt worden; dieser Raddurchmesser ist für den Güterzugbetrieb angenehm, aber durchaus nicht erforderlich, führt aber im Personenzugdienst zu reichlich hohen Drehzahlen.

Der mit Rücksicht auf die grofsen Vorräte ziemlich klein bemessene Kessel weicht nur in wenigen Mafsen von dem der bereits beschriebenen P 8 und G 10 ab, enthält aber 17 qm Heizfläche weniger. Er ist so weit nach vorn gerückt, dafs der Rost mitten über der letzten Kuppelachse liegt und der Überhang hinten sich in mäfsigen Grenzen hält, doch ist die Rauchkammer hierdurch reichlich kurz geworden und die Abführung des Ausströmdampfes von den Zylindern zum Blasrohr unbequemer als sonst üblich.

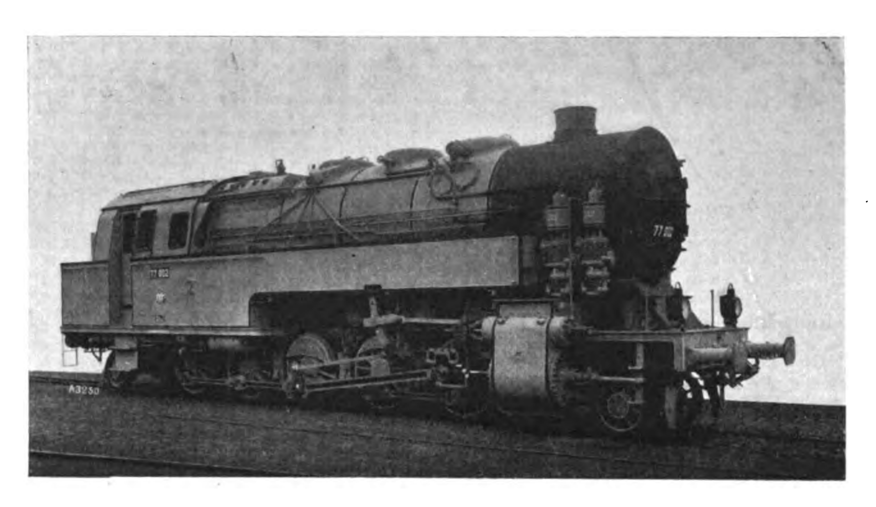


Abb. 15. 1 E 1-h 2 Güterzug-Tenderlokomotive der Deutschen Reichsbahn. Gt 57.19 (T 20).

Um recht viel Wasservorrat unterbringen zu können, ist der Rahmen aus Blech ausgeführt und enthält zwei Wasserkästen, einen zwischen Zylinderverstrebung und Stehkessel und einen zweiten unterhalb der Rauchkammer bis vorn zum Pufferträger. Naturgemäfs wird dieser schon bei geringen Verbiegungen des Pufferträgers leck. Das Führerhaus ist geräumig und bequem für die Beschickung des Feuers eingerichtet und hat die Maschine bei den Personalen beliebt gemacht. Desto unbeliebter ist sie in den Werkstätten wegen ihrer zwar in jeder Einzelheit korrekten, aber verschachtelten Bauart und ihrer oft unnötigen Abweichungen von den bei den anderen preufsischen Lokomotivgattungen gleichartig verwendeten Bauformen und Mafsgröfsen.

Dieselbe Eignung wie die 1 D 1 für Güter- und Personenzugdienst zeigt die lfd. Nr. 17 der Zusammenstellung 3 (Abb. 15), die 1 E 1-Heifsdampfgüterzug-Tenderlokomotive der Gattung T 57.19 (frühere preufsische T 20), jedoch übernimmt sie diese Betriebsaufgaben im Hügelland und auf Steilstrecken. Daneben hat sie sich auch als sehr brauchbare und äufserst leistungsfähige, dabei hoch überlastbare Schublokomotive erwiesen.

Die Gattung ist noch jung (erstmals beschafft im Jahre 1922), sie stellt einen erheblichen Fortschritt nicht nur im Lokomotivbau, sondern auch eine grundsätzliche Neuerung in der Betriebsweise von Eisenbahn-Steilstrecken dar. Ihre interessante Vorgeschichte ist von Hammer in Glasers Annalen 1922, Heft 1079, Seite 192 geschildert worden. Ihr Vorgänger war, wie dort geschildert die 1 E 1-Zwillingslokomotive der Halberstadt-Blankenburger Bahn, die auf deren Zahnradstrecken mit der Neigung 60‰ durch sorgfältige Sandung, d. h. stärkste Inanspruchnahme der natürlichen Schienenreibung den bisherigen langsamen und teuren Zahnradbetrieb ersetzen sollte und ersetzt hat. Seit den Tagen, wo einige der frühesten Lokomotivkonstrukteure die ihrer Ansicht nach in jedem Falle unzureichende Schienenreibung durch Krücken oder Zahnkränze neben dem auf der Schiene laufenden Rade ersetzt hatten und auf englischen Bahnen Steilrampen von etwa 12,5‰ noch mit Seiltrieben oder seltsamen Saugluftförderanlagen betrieben worden waren, hatten sich feststehende, allgemein übliche Regeln für den Bereich des Reibungsbetriebs herausgebildet. Darum war der Nachweis, dafs steilere Strecken als bisher überhaupt mit völliger Sicherheit und daneben erheblich wirtschaftlicher mit Reibungslokomotiven betrieben werden können, eine Tat; der Übergang zu der neuen Betriebsart geschah mit erfreulicher Schnelligkeit, da Zahnradlokomotiven teuer in Beschaffung und Unterhaltung sind.

Da nun die meisten regelspurigen Zahnradstrecken der Reichsbahn ebenfalls Steigungen von 50 bis 60‰ haben und auf eben diesen Strecken nur in der Leistung unzureichend gewordene Nafsdampfzahnradlokomotiven älteren Entwurfs zur Verfügung standen, ging auch die Reichsbahn sogleich nach den ersten Blankenburger Erfolgen an den Entwurf einer ähnlichen Reibungslokomotive. Die Maschine der H. B. E. unverändert zu nehmen empfahl sich nicht, da sie einerseits in der Durchbildung ihrer Einzelteile zu weit von der Baupraxis der Reichsbahn abwich und andrerseits die Maschine der Reichsbahn nicht auf die Zahnradstrecken beschränkt werden, sondern auch die Züge mit höherer Geschwindigkeit (bis 50 km) auf den anschliefsenden Strecken befördern, sowie schweren Schubdienst für Züge aller Art auf Steilstrecken von 20 bis 25‰ leisten sollte.

Sie erhielt also dieselbe Achsenzahl wie die Halberstadt-Blankenburger Maschine und auch grundsätzlich dieselbe rechnerische Zugkraft. Die beiden Zylinder von 700 mm Durchmesser wurden beibehalten; da der Treibraddurchmesser von 1100 auf 1400 mm, den Regeldurchmesser der neueren preufsischen Güterzuglokomotiven, vergröfsert wurde, konnte dieselbe Zugkraft bei demselben Zylinderdurchmesser durch Vergröfserung des Hubes auf den Regelhub von 660 mm gewahrt werden. Die Kesselleistung wurde auf rund 2000 $PS_i$ vergröfsert.

Noch während der Durcharbeitung des Entwurfes zeigten sich Schäden an den erstgelieferten H. B. E.-Maschinen: die ungewöhnlich grofsen, dabei meist mit grofser Füllung arbeitenden Zylinder brachen in den Dampfkanälen und dicht am Rahmenflansch; auch die aus Blechen und Winkeln zusammengesetzte Rahmenverbindung zwischen den Zylindern und der Barrenrahmen selbst zeigte Anbrüche. Diese Erfahrungen beeinflufsten den neuen Entwurf stark und führten dazu, dafs alle entsprechenden Bauteile und andere dazu ganz erheblich stärker ausgeführt wurden als bei der Vortype. Da die Verwendung auf den Zahnradstrecken mit ihrem ohnedies kräftigen Oberbau in erster Linie ins Auge gefafst war, erschienen kleine Überschreitungen der vorgesehenen Achsdrücke von 17,5 t erträglich. Als aber die ersten Maschinen der Gattung verwogen wurden, zeigte sich, dafs besonders durch den reichlich verwendeten Stahlgufs mit seinen grofsen Liefertoleranzen diese

Achsdrücke z. T. recht erheblich überschritten waren; die gekuppelten Achsen waren im Durchschnitt mit rund 19 t belastet.

Hiermit fiel die T 20-Maschine praktisch schon in den Rahmen des 20 t-Bauprogramms. Ihre Betriebsleistungen sind von Nordmann in Glasers Annalen 1924, Heft 1134, S. 99 veröffentlicht. Danach hat sie alle Erwartungen erfüllt und bisher in der allerdings kurzen Betriebszeit noch keine der Schäden gezeigt wie die ersten Blankenburger Lokomotiven. Dennoch erschien es nach den bisherigen Grundsätzen bei der Schaffung der Einheitsgattungen zweckmäfsig, die grofsen 700 mm Zylinder weiter zu unterteilen, die Bauart und ihre Einzelteile möglichst eng an die jetzt ebenfalls im Entwurf begriffene 1 E-Lokomotive mit 100 t Reibungsgewicht anzulehnen und sie dreizylindrig auszuführen. Das Vorhandensein einer kleinen Zahl zweizylindriger T 20 ist hierbei, abgesehen von dem Wert, brauchbarer Unterlagen, auch insofern von Wert, als die kommende Dreizylinderlokomotive nicht auf den bisherigen Zahnradstrecken laufen kann, solange die Zahnstange noch liegt. Die Einführung des Reibungsbetriebs, die im übrigen an den meisten Stellen schon weit vorgeschritten ist, gestaltet sich also durch das Einschieben einer Zwischenbauart mit zwei Zylindern einfacher. Den Hauptabmessungen der T 20 in der Zusammenstellung 3 ist nichts wesentliches hinzuzufügen.

trägt die Hochdruckzylinder; dank dieser Anordnung ist wenigstens die Hochdruckdampfleitung starr verlegt. An das Hochdrucktriebgestell ist vorn das im übrigen ganz gleichartig durchgebildete Niederdruckgestell gelenkig angeschlossen. Es trägt das Vorderende des Kessels mit einem Gleitlager und wird von ihm durch eine Rückstellfeder am Schlingern verhindert.

Der Kessel hat die ungewöhnlich grofse Verdampfungsheizfläche von rund 234 qm, gibt aber nur eine Leistung von etwa 1900 $PS_i$ ab. Wie schon im ersten Abschnitt bei der Besprechung der S 3/6 Schnellzuglokomotive erwähnt, ist es besonders der schmale Wassersteg zwischen den Rohren, der die volle Ausnutzung der Verdampfungsheizfläche verhindert. Der früheren preufsisch-hessischen Staatsbahn sind sicherlich bei der Fortentwicklung ihrer Lokomotivbauarten Irrungen und Mifserfolge nicht erspart geblieben, eine früh erkannte und stets festgehaltene Grundregel aber, die sich bisher bewährt hat, war die Innehaltung eines Wassersteges von 20 mm, besonders bei gröfseren Kesseldurchmessern, d. h. gröfseren Steighöhen für die Dampfbläschen. Daher kommt es, dafs praktisch jede Lokomotive preufsischer Bauart bei eingehendsten Dauerversuchen in mittlerem Betriebszustand rund 10 $PS_i$ für jeden qm Verdampfungsheizfläche abgibt, während bei engerer

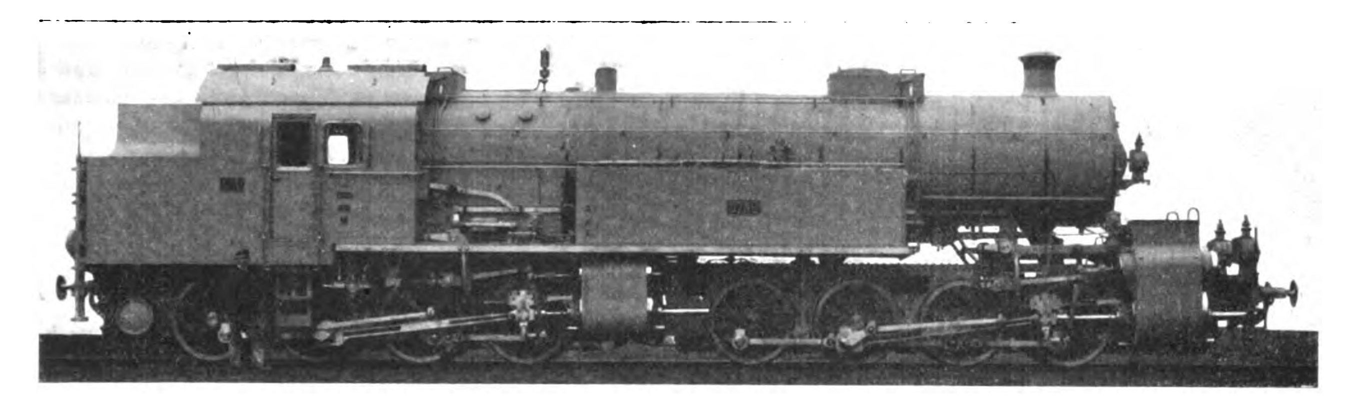


Abb. 16. D + D-h 4 Güterzug-Tenderlokomotive der Deutschen Reichsbahn. Gt 88.16 (Gt 2 × 4/4).

Noch mächtiger als die T 20 und überhaupt die gröfste Zugkrafteinheit auf den Bahnstrecken Europas ist die von Maffei im Benehmen mit der Reichsbahn-Gruppenverwaltung Bayern ausgestellte D + D-Heifsdampfgüterzug-Tenderlokomotive der Gattung $G_t$ 88.16, früher $G_t$ 2 × 4/4 (Zusammenstellung 3, lfd. Nr. 18, Abb. 16).

Sie wurde erstmals im Jahre 1913 beschafft für schwersten Zug- und Schubdienst auf den nordbayerischen Steilrampen mit mafsgebenden Dauersteigungen von 20 und 25 ‰. Auf der sehr verkehrsreichen Strecke Probstzella—Rotenkirchen z. B. mit 25 ‰ sollte sie Zuglasten von 450 t mit Geschwindigkeiten nicht unter 20 km/Std. befördern und dabei 18000 kg Zylinderzugkraft entwickeln. Diese Aufgabe hat sie reichlich erfüllt. Als ungegliederte Maschine wäre sie selbst bei dem kleinen Treibachsdurchmesser von 1216 mm auf den krümmungsreichen Bergstrecken starkem Reifenverschleifs ausgesetzt gewesen, darum griff der Erbauer, der um den Deutschen Lokomotivwie Ortsmaschinenbau in gleicher Weise hochverdiente Direktor Ingenieur Hamel, zu dem Hilfsmittel, sie als Verbund-Malletlokomotive auszuführen. Die Bauart lag ihm umso näher, als er schon rund 25 Jahre früher die Gelenklokomotive für die Firma Maffei grofszügig entwickelt hatte, längst ehe sie in den Vereinigten Staaten aus der Not heraus geboren worden war.

Bei der $G_t$ 88.16 ist in der üblichen Weise das hintere Triebgestell fest mit Kessel und Hauptrahmen verbunden und

Stellung der Rohre die genaue Vorausbestimmung der Kesselleistung von der Breite des Wassersteges abhängig wird. Freilich wird ein Kessel Maffeischer Bauart leichter als ein anderer, und der niedrige Achsdruck mag oft mitbestimmend für das Festhalten an dieser mehr für Kondensatoren als für Verdampfer geeigneten Rohrstellung gewesen sein, aber der Kessel verliert auch an Wasserinhalt, also Speicherungsfähigkeit, und die Rohrwände werden durch das Nachwalzen der Rohre schneller verschlissen als die mit stärkeren Stegen.

Im vorliegenden Falle hätte ein Kessel preufsischer Bauart von etwa demselben Gewicht und 190 qm Heizfläche, allerdings bei einer ebenfalls den preufsischen Regeln angepafsten Überhitzerheizfläche von 65 qm (also 8 qm mehr als ausgeführt) bestimmt dieselbe Dampfleistung erzielt. Der Vorteil hätte hier einmal in der besseren Auswaschmöglichkeit und der längeren Lebensdauer der Rohrwände gelegen, vor allem aber in dem durch die höhere Überhitzung gewährleisteten geringeren Brennstoffverbrauch. Was im übrigen bei der im einzelnen musterhaft durchgearbeiteten Maschine an hoher Leistung und Dampfwirtschaft erreichbar war, ist erreicht worden, und zwar durch vorzügliche Abstimmung aller Faktoren.

Als nach dem Kriege die Neueinstellung des Deutschen Wirtschaftslebens eine erhebliche Verstärkung des Nordsüdverkehrs brachte, z. T. durch die Lieferung von Reparationskohlen nach Italien, aber auch durch Abschnürung Bayerns von dem früher sehr beliebten Versandhafen Triest, wurde

noch einmal eine Nachbestellung von $G_t$ 88.16 erforderlich. Bei dieser Lieferung wurde der Wasservorrat auf 12,5 cbm vergröfsert und das Reibungsgewicht von 123 auf 127,6 t erhöht. Die ausgestellte Maschine ist der neuesten Lieferung entnommen.

Mit dieser den europäischen Durchschnitt erheblich überragenden Malletlokomotive dürfte die Entwicklung des Deutschen Güterzuglokomotivbaues ins Grofse für einige Zeit Halt machen, ebenso wie sie auf der Ausstellung die Entwicklungsreihe der Güterzuglokomotiven beschlofs. Von den ausgestellten Reichsbahnlokomotiven sind nur noch zwei Maschinen für Sonderzwecke zu erwähnen.

Die von der Maschinenfabrik Efslingen im Auftrage der ehemaligen württembergischen Staatsbahn für die Zahnradstrecke Honau—Lichtenstein (100⁰/₀₀) gebaute E + 1 Z-Heifsdampf-vierzylinder-Zahnrad-Tenderlokomotive der Gattung Z 55.15 ist der Vollständigkeit halber unter lfd. Nr. 19 in die Zusammenstellung 3 aufgenommen worden. Nähere Ausführungen über sie erübrigen sich hier, da sie an anderer Stelle von dem um ihre Entstehung wie allgemein um die Entwicklung des württembergischen Eisenbahnwesens hochverdienten Abteilungsdirektor a. D. Kittel bereits eingehend beschrieben worden ist*).



Abb. 17. D-h 2 Nebenbahn-Tenderlokomotive der Deutschen Reichsbahn. L 44.12 (Gt L 4/4).

Schliefslich war noch als einzige regelspurige Reichsbahn-Nebenbahnlokomotive die von der Lokomotivfabrik Krauss u. Co. in München erstmals im Jahre 1921 für das bayrische Nebenbahnnetz der Reichsbahn gelieferten Heifsdampf-nebenbahn-Tenderlokomitive der Gattung L 44.12, früher $G_t$ L 4/4, ausgestellt (Zusammenstellung 3, lfd. Nr. 20, Abb. 17).

Im allgemeinen dürfte es wohl bei jeder Bahnverwaltung üblich sein, dafs die für den Dienst auf den Hauptlinien unzureichend gewordenen Vollbahnlokomotiven allmählich auf die Nebenbahnstrecken abwandern, wo sie meist ihres niedrigeren Achsdruckes wegen verkehren können und noch genügend leistungsfähig, wenn auch häufig ihrer veralteten Bauart wegen recht unwirtschaftlich sind.

Auf einem Teil des bayrischen Nebenbahnnetzes war diese Abschiebung nicht möglich, da Oberbau und Brücken nur für 12 t Achsdruck vorgesehen waren. Als nun die ursprünglichen Lokomotiven für den allmählich wachsenden Verkehr dieser Strecken unzureichend wurden, galt es, sie durch eine neuzeitliche, leistungsfähige Maschine von höchstens 12 t Achsdruck zu ersetzen. Diese Aufgabe ist der Firma Krauss recht gut gelungen.

Mit einem Reibungsgewicht von 46,3 t ist eine Zugkraft von 6400 kg und eine Kesselleistung von mehr als 500 $PS_i$ erreicht worden, daneben sind noch 5,3 cbm Wasser- und 1,8 t Kohlenvorrat auf der Maschine untergebracht. Das liefs sich naturgemäfs nur durch äufserste Sparsamkeit in der Bemessung aller Bauteile erreichen. Trotz des recht geräumigen, hinter der letzten Achse liegenden Führerhauses sind grofse überhängende Massen vermieden worden und der Lauf der Maschine im graden Gleis und in engen Krümmungen ist einwandfrei, besonders auch wegen des verhältnismäfsig festen langen Radstandes von der ersten bis zur dritten Achse. Die zweite und vierte sind um je 30 mm seitenverschieblich. Die vorgesehene Höchstgeschwindigkeit von 40 km Std. hätte mit Rücksicht auf die Bauart der Lokomotive unbedenklich auf 45 erhöht werden können, doch dürften für die Betriebsverhältnisse auf dem 12 t Nebenbahnnetz 40 km wohl überall ausreichend sein. Wenn derartige Strecken einmal auf elektrischen Betrieb mit 15000 Volt Einphasenstrom umgestellt werden, wird es nicht leicht sein, eine elektrische Zugmaschine gleicher Achsenzahl und gleich geringen Gewichtes bei derselben Leistung an ihre Stelle zu setzen.

An regelspurigen nicht für die Reichsbahn bestimmten Lokomotiven waren insgesamt 10 ausgestellt, darunter eine E-Maschine von Hohenzollern/Düsseldorf, drei D von Orenstein & Koppel, Linke-Hofmann-Lauchhammer und Henschel & Sohn, fünf C von Hohenzollern, der A. E. G. Bahnabteilung, Henschel & Sohn (zwei) und der Hanomag, sowie eine B von A. Jung in Kirchen (Sieg).

Alle ausgestellten Lokomotiven sind Tendermaschinen, wie es sich aus ihrer hauptsächlichen Verwendung für Werkstransport und Übergabezüge von selbst ergibt, leider aber befindet sich unter ihnen nur eine Heifsdampflokomotive, und das 25 Jahre nach den ersten Erfolgen des Heifsdampfes im Eisenbahnbetriebe. Über diese bedauerliche Tatsache, die gleichmäfsig Käufern und Herstellern zur Last fällt und deutlich zeigt, dafs der Raubbau an unserem Kohlenvorrat im Lande noch längst nicht aufgehört hat, mögen hier einige allgemeine Worte verstattet sein.

Es ist noch immer nicht genügend bekannt oder gewürdigt, dafs selbst im reinen Verschiebedienst mit den üblichen Pausen durch Anwendung genügend hoher Überhitzung mit Sicherheit mindestens 10 v. H. der gesamten Brennstoffmenge gespart werden, ohne dafs für die Unterhaltung im Betrieb und der Werkstatt nennenswerte Mehraufwendungen erforderlich wären. Dieser Reingewinn von 10. v. H. ist mit einer recht geringen Mehrausgabe bei der Beschaffung billig erkauft.

Viele Kohlenzechen gehen leider mit schlechtem Beispiel voran, da ja »die Kohle nichts kostet« —; dabei werden noch heute etwa 11 v. H. der geförderten Kohlenmengen für den eigenen Betrieb verbraucht, d. h. die Kohlenindustrie arbeitet mit dem für so einfache Verhältnisse recht niedrigen Wirkungsgrad von 89 v. H. Auch in vielen anderen Werken ist die Lokomotive ein Fremdkörper und daher meist das Stiefkind. Mancher Unternehmer würde erstaunt sein, wie seine Förderkosten sich durch Einstellung einer wirklich zeitgemäfsen, einigermafsen kohlensparenden Lokomotive verringern.

Aber auch die Hersteller sind nicht schuldlos. Ihre Werbeschriften zeigen noch vielfach Nafsdampflokomotiven, weil sie »billiger sind«, d. h. weil man hofft, besonders bei dem jetzt herrschenden Unterbietungskampf durch Billigkeit um jeden Preis besser abzuschneiden. Die Ausdehnung der Werbetätigkeit auf die Zusicherung günstiger Brennstoffverbrauchsziffern würde manchem einsichtigen Käufer die Augen öffnen und ihn zu der kleinen Mehrausgabe bewegen, und sobald die Heifsdampflokomotive einmal im Industrieförderwesen festen Fufs gefafst hat, wird der Wettbewerb auch die

*) Organ 1924, Seite 249.

weniger Einsichtigen zwingen, im eigenen Interesse nicht zurückzubleiben.

Die Hauptabmessungen der E-Maschine von Hohenzollern sind in der Zusammenstellung 3 unter lfd. Nr. 21 zusammengefafst, ihre Typenskizze ist in Abb. 18 dargestellt. Sie ist eine Nafsdampflokomotive von 15,6 t durchschnittlichem Achsdruck und 78 t Dienstgewicht mit vollen Vorräten. Die Verdampfungsheizfläche von 185 qm gibt der Maschine eine Leistung von rund 1300 $PS_i$, die sich durch einen Heifsdampfkessel von rund 130 qm Verdampfungs- und 42 bis 45 qm Überhitzerfläche mit weniger Gewicht hätte erzielen lassen. Die sehr enge Stellung der Achsen und die Seitenverschieblichkeit der Endachsen nach Gölsdorf um je 17 mm machen die Maschine einstellbar für Krümmungen von 140 m Halbmesser; durch Vergröfserung der Seitenverschiebung innerhalb üblicher Grenzen hätte sich ein engster zulässiger Krümmungshalbmesser von etwa 90 m erreichen lassen, ohne dafs bei den niedrigen in Frage kommenden Geschwindigkeiten eine Maschine solcher Länge in gefährliches Schlingern geraten könnte. Bemerkenswert für die Lokomotive ist die sorgfältige Durcharbeitung aller Einzelheiten und die saubere Werkstattsarbeit.

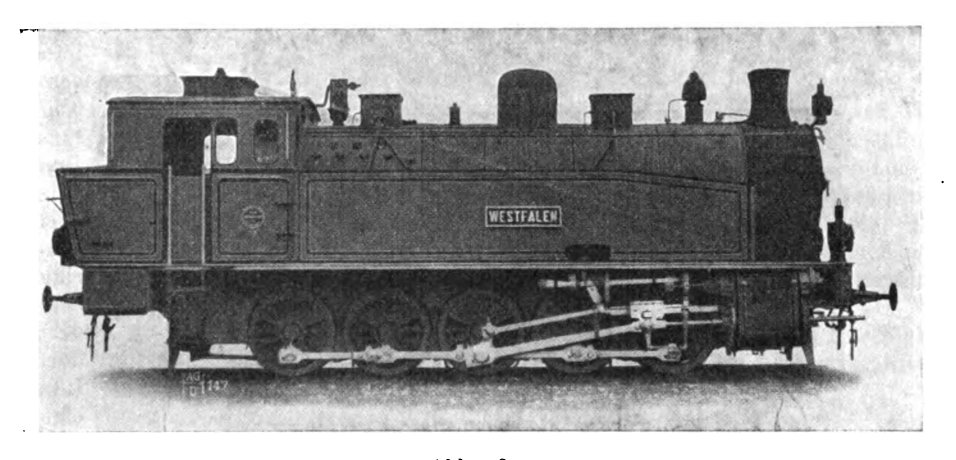



Abb. 18.
E-Nafsdampf-Werklokomotive von der Maschinen- und Lokomotivfabrik Hohenzollern.

Die drei D-Maschinen, ebenfalls sämtlich ohne Überhitzer, sind anscheinend für den Streckendienst auf Nebenbahnen bestimmt und zerfallen deutlich in zwei Gruppen. Die von Orenstein & Koppel (Zusammenstellung 3, lfd. Nr. 22, Abb. 19) und die von Linke-Hofmann-Lauchhammer (lfd. Nr. 23) sind an die Bauart der vom Deutschen Lokomotivverband typisierten Maschinen angelehnt. Sie haben 15 t Achsdruck, Heizflächen von etwa 140 qm und etwa 1000 $PS_i$ Höchstleistung, die jedoch Nr. 22 wegen der geringen Spanne zwischen Reibungs- und Höchstgeschwindigkeit (1100 mm Raddurchmesser) selten voll ausnutzen wird. Dafür bleibt sie mit ihrer gröfseren Rostfläche innerhalb der bei der Reichsbahn erprobten Verhältnisse und eignet sich, abgesehen von den sehr grofsen Zylindern, vorzugsweise für den anhaltenden Streckendienst.

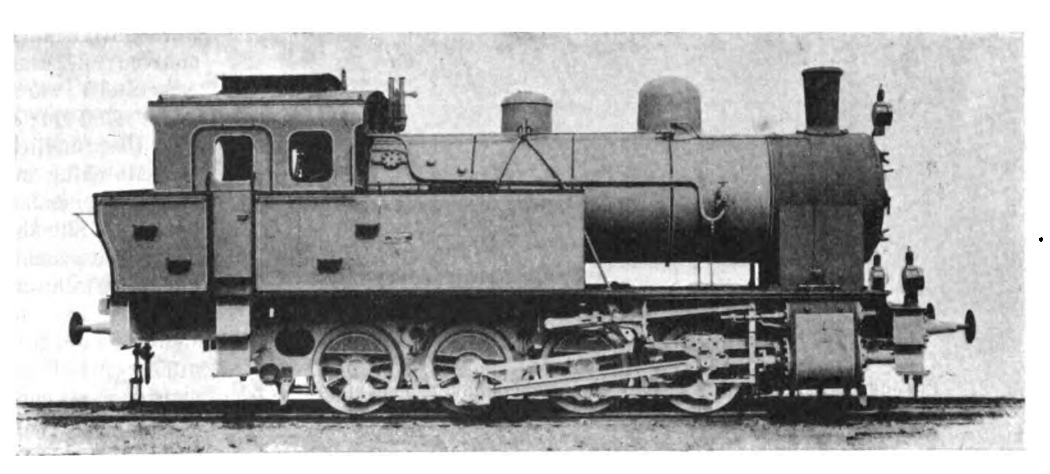


Abb. 19. D-n 2 Tenderlokomotive von Orenstein & Koppel.

Die dritte Maschine (lfd. Nr. 24, Henschel und Sohn) ist für einen Achsdruck von nur 13 t, also wohl mit Rücksicht auf Gewichtsbeschränkungen bei der Auftragserteilung, gebaut. Heizfläche und Wasservorrat mufsten daher klein gehalten werden; der Einbau eines guten Überhitzers hätte die Leistung und den Verkehrsbereich der Maschine recht wesentlich erweitert, ohne das Gewicht nennenswert zu vermehren. Die Zylinderleistung pafst sich der des Kessels an, so dafs im Streckendienst das Fahren mit günstigen Füllungsgraden gewährleistet ist.

Die ausgestellten C-Maschinen zerfallen deutlich in drei Typen. Die erste wird dargestellt durch Zusammenstellung 3, lfd. Nr. 28, (Abb. 20), ausgeführt von der Firma Henschel & Sohn für die Lübeck-Büchener Bahn. Die Erbauerin hat hier mit viel Erfolg gezeigt, dafs sich auch für kleine Verhältnisse eine durchaus neuzeitliche, sparsame und hochwertige Lokomotive schaffen läfst. Sie ist die einzige Verschiebelokomotive in Seddin, die hohe Achsdrücke zur Erzielung entsprechender Leistungen und einen gut bemessenen Überhitzer hat. Der Kessel dürfte bei günstigen Fahrgeschwindigkeiten 750 $PS_i$ ohne Überanstrengung abgeben. In ihren Hauptabmessungen und im Gesamteindruck nähert sie sich stark den für die Deutsche Reichsbahn im Entwurf befindlichen C-Verschiebelokomotive.

Ihr am nächsten kommt in der Kesselleistung die zweite Type, die C-Nafsdampftenderlokomotive von Hohenzollern (lfd. Nr. 26), die günstigstenfalls etwa 800 $PS_i$ Kesselleistung erzielen wird. Hier ist offenkundig, welche Heizflächen vorgesehen werden müssen, wenn man auf Heifsdampf verzichten will. Darf in solchem Falle das Lokomotivgewicht nicht erhöht und der Wasservorrat nicht verringert werden, dann ergibt sich ein Kessel mit enger Rohrteilung. Aufserdem ist hier das Mehrgewicht des Kessels durch sorgfältigste Durcharbeitung aller übrigen Bauteile wieder ausgeglichen worden. Die kleinen Zylinder verweisen die Maschine vorwiegend auf den Streckendienst.

Die dritte Type der C-Maschinen umfafst die lfd. Nr. 27, 28 und 29. Sie sind im wesentlichen in ihrem Aufbau und den Hauptabmessungen an die schon erwähnte Typisierung der Nebenbahnlokomotiven angelehnt und für 14 t Achsdruck durchentwickelt. Sie erreichen auf kurze Zeit rund 600 $PS_i$ Kesselleistung und unterscheiden sich nur in Kleinigkeiten; so hat die Maschine von Henschel & Sohn 13 at Kesseldruck und 430 mm Zylinderdurchmesser, die der A. E. G. (Abb. 21) 12 at und entsprechend 450 mm. Die errechneten Zugkräfte sind gleich.

Die Maschine von Henschel ist noch dadurch besonders interessant, dafs sie mit Diffusorschiebern nach Gutermuth ausgerüstet ist (Abb. 22). Die Düsenwirkung des Schiebers und die diffusorartige Anordnung der Dampfkanäle in den Schieberbüchsen läfst sich mit geringem Druckabfall (etwa 0,1 bis 0,15 at) erreichen, die hohe Dampfgeschwindigkeit an den Übertrittsöffnungen aber erlaubt die Anwendung von Schiebern kleinsten Durchmessers. Die Lässigkeitsverluste können also verringert, die Schmierung kann mit einfacheren Mitteln erreicht und daneben wegen der geringen Kräfte und

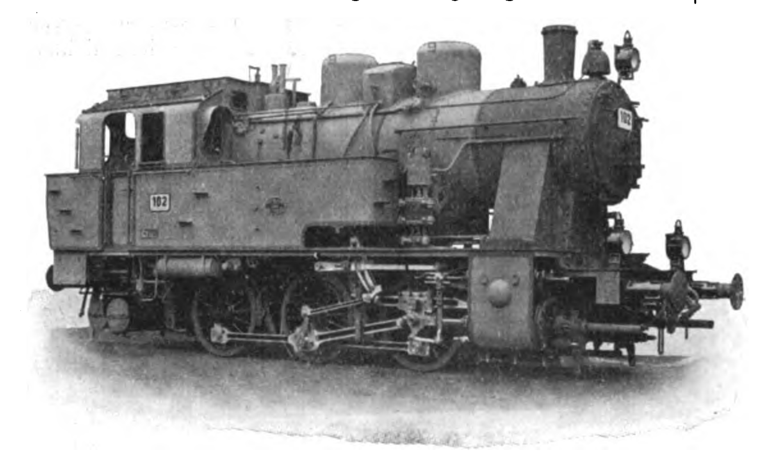


Abb. 20. C-Heifsdampf-Tenderlokomotive, erbaut von Henschel & Sohn, Cassel.

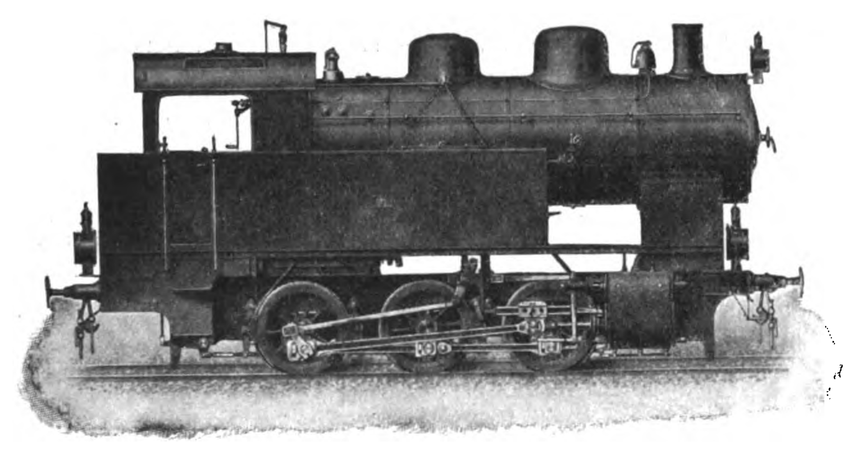


Abb. 21. C-Tenderlokomotive für Hafen- und Nebenbahnen, erbaut von A E G.

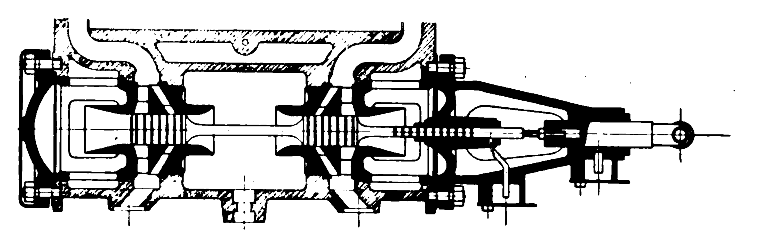


Abb. 22. Diffusorsteuerung nach Gutermuth, ausgeführt von Henschel & Sohn, Cassel.

Massen die äufsere Steuerung so leicht wie möglich gehalten werden. Diese Schieberanordnung bedeutet keine einschneidende Änderung im Lokomotivbau, dürfte aber bei annehmbaren Preisen eine gern mitzunehmende Vereinfachung ergeben.

Die fünfte der C-Maschinen, gebaut von der Hanomag, weist bei Abmessungen, die den übrigen Lokomotiven sich annähern, ebenfalls eine interessante Neuerung in der Dampfverteilung auf, die Caprotti-Steuerung*). Ihre Ableitung durch Kegelräder von der Kurbelachse dürfte Gelegenheit zur Vervollkommnung bieten, die geschickte Kapselung der Nockenscheiben und Verstellspindeln aber entzieht, ungleich der üblichen Steuerung, die empfindlichen Einzelteile der schädlichen Einwirkung von Staub und Regen. Solange diese Steuerung noch mit unveränderlicher Kompression arbeitet, dürfte ihre vorteilhafte Verwendung auf Maschinen möglichst unveränderlicher Drehzahl, wie Verschiebemaschinen, beschränkt sein.

*) Eine eingehende Beschreibung dieser Steuerung enthält der folgende Aufsatz dieses Heftes.

Endlich wurde noch von der Lokomotivfabrik Jung eine B-Tenderlokomotive von fast 16 t Achsdruck ausgestellt (Zusammenstellung 3, lfd. Nr. 30), eine leistungsfähige und gut durchgebildete Maschine bis auf das Fehlen des Überhitzers und die wenig wünschenswerten Flachschieber. Dafür ist die Maschine mit einer recht interessanten wärmewirtschaftlichen Vervollkommnung versehen; mit einem Abgas-Speisewasservorwärmer der von der Firma Jung mit Erfolg entwickelten Bauart. Er ist im Oberteil der Rauchkammer leicht aushebbar angeordnet und zwingt die Rauchgase, im Querstrom zwischen den Rohren hindurchzustreichen. Um ständiges Speisen während der ganzen Arbeitszeit der Lokomotive mit einfachen Mitteln erreichen zu können, wird ihm eine Kolbenfahrpumpe vorgeschaltet, deren Fördermenge bei gleichbleibendem Kolbenhub durch Beeinflussung der Ventile verändert werden kann. Die Fahrpumpe dürfte sich für Lokomotiven kleiner kilometrischer Leistung, besonders bei Einmannbesetzung, vielleicht eignen; dem Vorwärmer dürfte ein weiterer Anwendungsbereich offen stehen.

### IV. Die feuerlosen regelspurigen Dampflokomotiven.

Die Beschreibung der in Seddin ausgestellten regelspurigen Tenderlokomotiven für Industriezwecke wäre unvollständig, wenn nicht die feuerlosen Lokomotiven im Zusammenhang mit ihnen erwähnt würden. Ausgestellt waren fünf B-Lokomotiven, ihre Hauptmafse sind in Zusammenstellung 4 zusammengefafst.

Ursprünglich nur für Werke gebaut, in denen eine Maschine mit offener Feuerung wegen Explosions- oder Feuersgefahr nicht verwendet werden konnte, haben sie allmählich ihren Verwendungsbereich immer weiter ausgedehnt und erfreuen sich da, wo leichter und mittelschwerer Förder- und Verschiebedienst mit gröfseren Pausen zu verrichten ist und wo sie vollständig in die gesamte Kraftwirtschaft eingefügt werden, grofser Beliebtheit. Vorbedingungen für ihre zweckmäfsige Verwendung sind genügend lange Füllpausen zu einer Zeit, wo die Kesselanlagen des Werkes unterbelastet sind, guter Wärmeschutz und die Möglichkeit, nicht gar zu niedrige Achsdrücke anwenden zu müssen, damit der Fahrbereich nicht zu klein wird. Sind diese Vorbedingungen erfüllt, dann wird sich bei genauer Wärmebuchführung bald zeigen, dafs eine PS-Stunde dank der billigen Erzeugung in grofsen ortsfesten Kesselanlagen selten teurer, meist billiger als bei entsprechenden Verschiebelokomotiven mit Rostfeuerung zu stehen kommt. Daneben entfällt etwa die Hälfte der Personalkosten, da der Heizer überflüssig ist.

Die kräftigste der ausgestellten Maschinen ist die von der A.G. Hohenzollern (Zusammenstellung 4, lfd. Nr. 31, Abb. 23). Die erbauende Firma blickt auf über 40jährige Erfahrungen im Bau von feuerlosen Lokomotiven zurück und hat eine Anzahl Katalogtypen entwickelt, die einen Reihenbau ermöglichen. Die ausgestellte B-Maschine ist dem Vorrat entnommen.

Die Lokomotive entspricht durchaus nicht dem, was man bis vor kurzem unter Industriemaschinen verstand; sie hat betriebsfähig 17,1 t Achsdruck und eine rechnerische Zugkraft von 4580 kg bezogen auf 2,5 at mittleren Druck. Im Beginn

### Zusammenstellung 4.

**Hauptabmessungen der feuerlosen Lokomotiven (Regelspur).**

| Lfd. Nr. | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
|---|---|---|---|---|---|
| | B-Lok. Hohen-zollern | B-Lok. Borsig | B-Lok. Hanomag | B-Lok. Vulcan | B-Lok. Henschel u. Sohn |
| Zylinderdurchmesser . | 660 | 550 | 500 | 420 | 370 |
| Kolbenhub . . . . | 400 | 500 | 400 | 400 | 400 |
| Treibraddurchmesser . | 950 | 1 000 | 1 000 | 800 | 800 |
| Kesseldruck . . . . | 15 | 15 | 16 | 14 | 12 |
| Wasserinhalt des Kessels in cbm . . | 12 | 7 | 12 | 7 | 3,5 |
| Dampfraum des Kessels in cbm . . | 3 | 2 | 2,5 | 2 | 10 |
| Leergewicht in kg . | 25 100 | 19 500 | 26 300 | 17 500 | 12 600 |
| Dienstgewicht in kg . | 34 200 | 26 500 | 35 500 | 24 000 | 15 800 |
| Zugkraftkonstante . . | 1 835 | 1 511 | 1 000 | 880 | 684 |
| Zugkraft *) . . . . | 4 580 | 3 780 | 2 500 | 2 200 | 1 710 |

*) $Z_i$ ist berechnet für einen mittleren Kolbendruck $p_{mi}$ von 2,2 at.

der Arbeitsperiode also, solange der Kesseldruck noch hoch ist, kann die volle Schienenreibung mühelos ausgenutzt werden; auf der anderen Seite wird der Wasserinhalt des Kessels, obwohl reichlich bemessen, durch die grofsen Zylinder verhältnismäfsig bald erschöpft werden. Die Zylinder liegen nach neuerer Übung, um kurze Dampfwege und einfachen Angriff der Steuerung zu erhalten, unter dem Führerstand; der Kessel ist zum Ausgleich der Gewichte von ihm hinweggeschoben. Im Gegensatz zur deutschen Baupraxis liegen die Zylinder innerhalb des Rahmens und verringern so beträchtlich den inneren Bewegungswiderstand; der Nachteil einer Kropfachse, der Unzugänglichkeit des Innentriebwerks und einer innenliegenden Lenkersteuerung wird in Kauf genommen. Der Kessel ist gut durchgebildet und mit Wärmeschutzmasse umkleidet; die Bremse ist recht sorgfältig doppelseitig ausgeführt.

Der Hohenzollernlokomotive kommt an Zugkraft am nächsten die B-Maschine der Firma A. Borsig (Zusammenstellung 4, lfd. Nr. 32). Sie hat nur 13,25 t Achsdruck, entwickelt aber dabei eine Zugkraft von 3780 kg und nutzt daher das Druckgefälle gut aus. Der Kessel ist des niedrigen Achsdruckes wegen leicht gehalten und fafst 7 cbm Heifswasser. Die Zylinder liegen wiederum unter dem Führerstand, aber deutscher Übung gemäfs aufserhalb des Rahmens; die Steuerung liegt ebenfalls aufserhalb des Rahmens und ist nach Heusinger-Walschaert durchgebildet.

Eine eigenartige Stellung unter den ausgestellten feuerlosen Lokomotiven nimmt die der Hanomag ein (lfd. Nr. 33, Abb. 24). Die sehr schwere Maschine, deren Dienstgewicht mit 35,5 t das höchste aller ausgestellten feuerlosen Lokomotiven ist, hat verhältnismäfsig kleine Zylinder und entwickelt dementsprechend eine mäfsige Zugkraft. Da der Wasserinhalt des Kessels 12 cbm und der Höchstdruck 16 at beträgt, geht aus der ganzen Disposition hervor, dafs die Absicht war, eine Maschine grofsen Energievorrats zu bauen, die selten gefüllt zu werden braucht, also einen grofsen Wirkungskreis hat. Sie ist demnach, soweit das von feuerlosen Maschinen überhaupt gesagt werden kann, eine ausgesprochene Streckenlokomotive. Daneben ist sie in allen Einzelheiten mit besonders liebevoller Sorgfalt durchgebildet worden und entspricht wohl dem Höchstmafs dessen, was technisch-wirtschaftlich aus dieser Sonderbauart herausgeholt werden kann. Der Kessel konnte durch die richtige Form der Bodenwölbung leicht gehalten werden und ist im Innern mit Leitblechen versehen, die beim Füllen eine gründliche Umwälzung des ganzen Wasserinhaltes quer zur Gleisrichtung erzwingen. Hierdurch wird der vielfach unterschätzte Nachteil vermieden, dafs besonders bei schnellem Füllen wegen mangelhaften Wasserumlaufes nur ein kleiner Teil des Wassers auf die dem Fülldruck entsprechende höhere Temperatur gebracht wird und dafs so, für den Besitzer unerklärlicherweise, die Maschine nach der kurzen Mittagsfüllpause meist merklich schneller erschlafft als nach der langen Nachtfüllpause. Dieser Übelstand ist hier gründlich beseitigt.

Noch eine weitere recht wesentliche Eigenheit weist die Maschine auf: Zwischen den Hauptrahmen unterhalb des Hauptkessels ist ein kleiner Hilfskessel von 0,3 cbm Inhalt vorgesehen, der gleichzeitig mit dem Hauptkessel gefüllt, dann aber von ihm abgesperrt wird. Dieser dient dazu, bei fast erschöpftem Hauptkessel durch Abgabe einiger Zylinderfüllungen von hohem Druck das Anfahren zu erleichtern und die Maschine bei gänzlicher Erschöpfung wieder zur Füllstelle zurückzubringen. Da die Hilfsanlage nicht viel kostet, den Verwendungsbereich der Maschine aber beträchtlich erweitert, dürfte sie als bedeutsame Vervollkommnung anzusprechen sein.

Leider teilt sie mit allen übrigen ausgestellten Maschinen den Mangel, dafs sie noch Flachschieber hat, die sorgfältiger

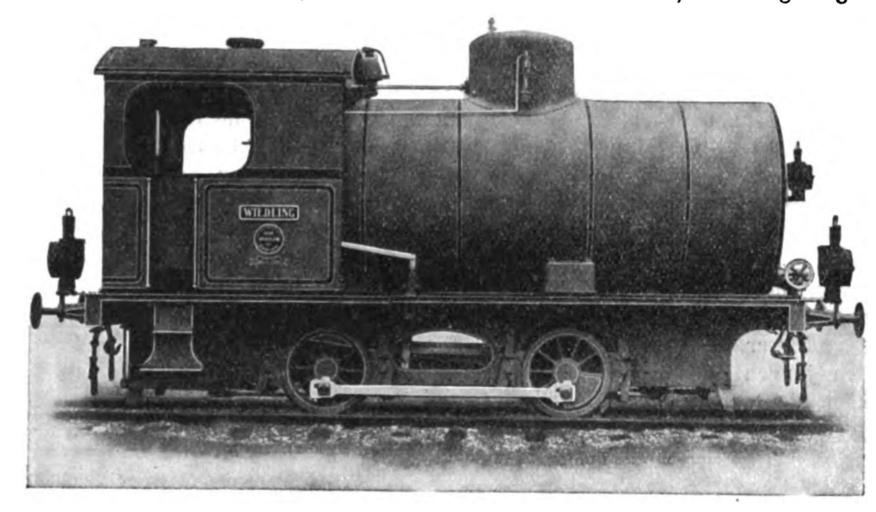


Abb. 23 Feuerlose Lokomotive der Maschinen- u. Lokomotivfabrik Hohenzollern, Düsseldorf.

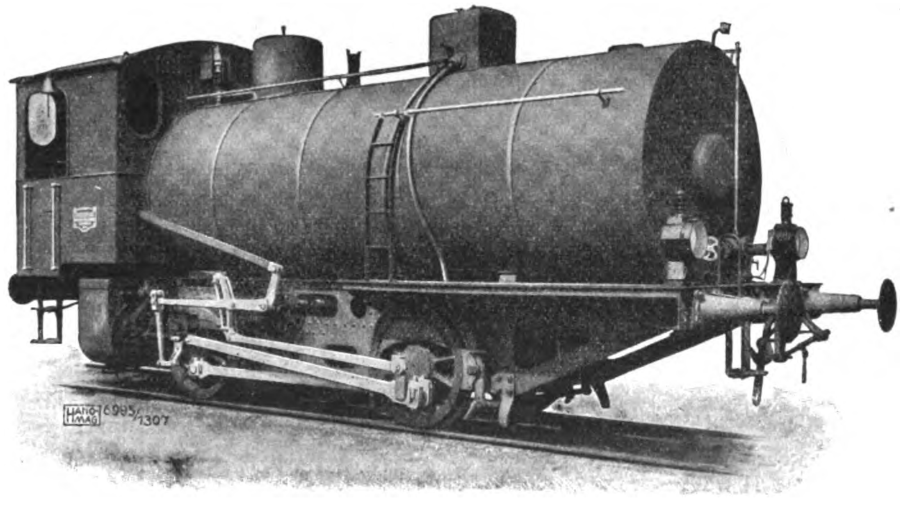


Abb. 24. Feuerlose Lokomotive der Hanomag, Hannover.

Schmierung und häufiger Nacharbeit bedürfen. Die Anwendung der dampfsparenden Kolbenschieber in Verbindung mit einfachen Zylindersicherheitsventilen (die wegen des häufigen Wasser-

überreifsens ohnedies nirgends fehlen sollten), würde ihr einen hohen Grad von Vollendung geben.

Die beiden letzten feuerlosen Lokomotiven (Vulcanwerke, Stettin, lfd. Nr. 34 und Henschel & Sohn, lfd. Nr. 35) sind leichterer Art und für Werke bestimmt, in denen nur wenige Wagen auf einmal zu verschieben oder zu verholen sind. Die Vulcanmaschine hat 12 t Achsdruck und 2200 kg Zugkraft, die von Henschel & Sohn gar nur 8 t Achsdruck und 1710 kg Zugkraft. Während bei jener Wasserinhalt und Dampfraum des Kessels noch im üblichen Verhältnis stehen, mufste bei dieser, um den Wirkungskreis nicht gar zu klein werden zu lassen, zu dem Hilfsmittel gegriffen werden, dafs dem naturgemäfs recht geringen Wasserinhalt von 3,5 t noch ein verhältnismäfsig grofser aber leichter Dampfvorrat von 10 cbm beigegeben wurde. Da in diesem Falle das Eisengewicht des Kessels ebenso grofs wird wie bei gröfserem Wasservorrat, der Energieinhalt aber erheblich kleiner als sonst, ist der Vorzug geringen Gewichtes nicht billig erkauft. Auch bei diesen Lokomotiven liegen die Zylinder unter dem Führerstand an den Aufsenseiten des Rahmens. Im übrigen sind beide Maschinen einfach aber sachgemäfs durchgebildet.

### V. Die schmalspurigen Dampflokomotiven.

Die 18 in Seddin ausgestellten Dampf-Schmalspurlokomotiven lassen sich zwanglos unterteilen in Eisenbahn- und Industriemaschinen; von jenen sind nur drei vertreten, von diesen 15, unter denen sich besonders die Abraumlokomotiven durch grofse Zahl und eine gewisse Einheitlichkeit herausheben.

Einer der Hauptanziehungspunkte der Ausstellung war wohl unstreitig die meterspurige, von der Firma Henschel & Sohn für die Bahnen des brasilianischen Staates Rio Grande do Sul erbaute 1 C + C 1 Malletlokomotive (Zusammenstellung 5, lfd. Nr. 36, Abb. 25). Malletmaschinen werden wegen der bekannten Schwierigkeiten der Dampfführung usw. in der Regel nur angewendet zur Durchführung von Betriebsaufgaben, die weit über den Rahmen üblicher Lokomotivleistungen hinausgehen und auf andere Art von einer Zugkrafteinheit nicht bewältigt werden können.

Dieser Fall liegt auch hier vor. Die Eisenbahnnetze in den jungen Staaten Südamerikas sind vielfach gebaut worden nach den für Kolonien üblichen Grundsätzen; deshalb wurde,

Zusammenstellung 5.

Schmalspurige Dampflokomotiven für Eisenbahnen.

| Lfd. Nr. | 36 | 37 | 38 |
|---|---|---|---|
| | 1 C + C 1 Mallet-Doppelzwilling-Heifsd.-Lokom. 1000 mm Spur Henschel u. Sohn | B-Heifsdampf-Strafsenlokom. 1067 Spur Hohenzollern | E-H.T.L (Bauart Czeczott) 785 Spur Schwartzkopff |
| Zylinderdurchmesser . . . . d | 4 × 420 | 2 × 260 | 2 × 450 mm |
| Kolbenhub . . . . . . . . s | 560 | 300 | 400 „ |
| Treibraddurchmesser . . . . D | 1067 | 820 | 800 „ |
| Kesseldruck . . . . . . . p | 12 | 12 | 13 at |
| Rostfläche . . . . . . . . R | 5 | 0,45 | 1,6 qm |
| Heizfläche der Feuerbüchse $H_b$ | 18 | — | 6,0 „ |
| „ „ Rohre . . . $H_r$ | 123 | — | 49,7 „ |
| Gesamtheizfläche . . . . fH | 141 | 13,4 | 55,7 „ |
| Überhitzerheizfläche . . . $H_u$ | 45,5 | 5,12 | 21,5 „ |
| Leergewicht . . . . . . $G_l$ | 68 | 13 | 32 t |
| Dienstgewicht . . . . . $G_d$ | 74 | 16 | 42 „ |
| Reibungsgewicht . . . . $G_r$ | 62 | 16 | 42 „ |
| Gröfste Geschwindigkeit . . $V_{gr}$ | — | — | — |
| fH/R | 28,2 | 29,8 | 34,8 |
| $H_u$/fH | 0,323 | 0,382 | 0,386 |
| Zugkraftkonstante . . . . $C_1$ | 1858 | 247 | 1012 |
| Zugkraft . . . . . . . . $Z_i$ *) | 11110 | 1480 | 6575 kg |
| $Z_i/G_r$ | 179,3 | 92,5 | 156,5 |
| Zylinderinhalt . . . . . J **) | 310 | 31,85 | 127 l |
| J/fH | 2,2 | 2,38 | 2,28 |
| J/R | 62 | 70,8 | 79,4 |

*) $Z_i = p_m \cdot C_1$, worin $p_m = 0,4\,p$ bei Verbundlokomotiven, $= 0,5\,p$ bei Zwillingslokomotiven.

**) J = Gesamtinhalt der Auspuffzylinder.

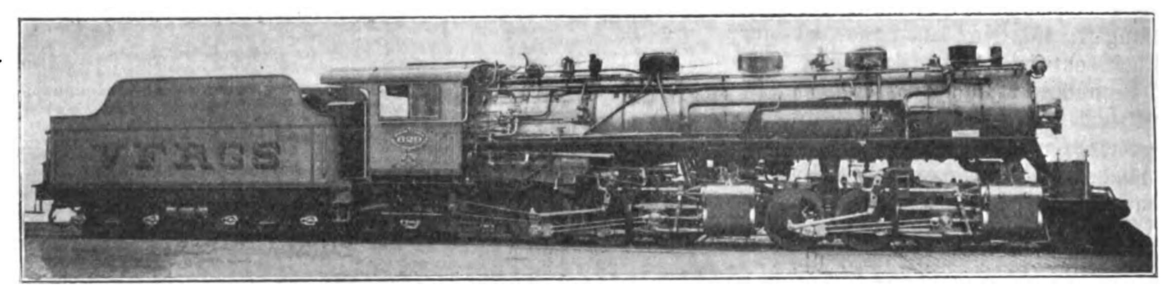



Abb. 25. 1 C + 1 C Mallet-Schmalspurlokomotive für Rio Grande do Sul von Henschel u. Sohn.

um die Anlagekosten niedrig zu halten, Meterspur oder Kapspur angewendet umsomehr, als das vielfach gebirgige Land und der Mangel an Arbeitskräften bei einer wirtschaftlichen Linienführung in Regelspur unverhältnismäfsige Ausgaben erfordert hätte. Der stark zunehmende Warenaustausch der schnell aufblühenden Staaten wies nun im letzten Jahrzehnt einzelnen südamerikanischen Bahnen Verkehrsaufgaben zu, die selbst für regelspurige Strecken in teilweise so schwierigem Gelände achtunggebietend wären. Hier drängte die Not zu Lokomotiveinheiten gröfster Art, wie sie ähnlich in den Vereinigten Staaten durch Überlastung mancher Strecken nötig geworden waren. Der Schritt war umso leichter, als während des Weltkrieges die Abschliefsung Europas die Südamerikaner gezwungen hatte, ihren ganzen Eisenbahnbedarf in Nordamerika zu decken. Das bedeutete nicht nur starke wirtschaftliche Beeinflussung, sondern auch das Vordringen der technischen Anschauungsart und Überlieferung des Nordens, das sich auch im Lokomotivbau stark fühlbar macht. Im allgemeinen legen mit Rücksicht auf die Unterhaltung die Südamerikaner Wert darauf, dafs die neuerdings in steigender Zahl in Deutschland bestellten Lokomotiven sich im Gesamtentwurf und vielen Einzelheiten den schon vorhandenen amerikanischen Vorbildern anpassen.

Solchen Forderungen hatte auch die Henschelsche Malletlokomotive zu entsprechen, darum wurde in Anlehnung an die neueste Malletlokomotive der Pennsylvania R. R. die Hauptbauart als Maschine einstufiger Dehnung, d. h. mit vier im Dampfwege parallelgeschalteten Zylindern angenommen. Das bedeutet, dafs der überhitzte Dampf auch dem beweglichen

Vordergestell mit vollem Kesseldruck zugeführt werden muſs. In richtiger Erkenntnis der groſsen betrieblichen Schwierigkeiten, die sich aus Gelenkrohrverbindungen üblicher Art sicher ergeben würden, hat der Erbauer versucht, diese durch Metallschläuche zu ersetzen. Ob der Anordnung ein Erfolg beschieden ist, wird der Betrieb zeigen müssen.

Die beiden Rahmengestelle sind als Barrenrahmen, aber nach deutscher, dem amerikanischen Vorbild überlegener Art nicht aus Stahlguſs, sondern aus gewalzten Platten hergestellt und über der hinteren Laufachse mit einer Blechverlängerung versehen, wohl um das Gewicht dort zu verringern. Die Laufachsen beider Gestelle sind Deichselachsen, die vordere mit innenliegenden Lagern, die hintere nach amerikanischer Art mit Stahlguſsdeichsel und Auſsenlagern (Deltagestell). Das Gestell bietet Platz für den späteren Einbau eines »boosters«, also einer ausschaltbaren Hilfsantriebsmaschine, doch gleicht dessen hohes Gewicht die Ersparnis im Rahmengewicht reichlich aus und die Auſsenlager geben bei Rückwärtsfahrt in Krümmungen leicht Anlaſs zur Entlastung des führenden Rades. Die Federung ist so durchgebildet, daſs alle Federn einer Seite jedes Gestelles ausgeglichen sind; ohne die Verbindungsgelenke beider Gestelle wäre jedes also bezüglich der Rahmenlage indifferent. Diese Anordnung ergibt eine reine Vierpunktaufhängung für die lange Maschine und eine wesentliche Entlastung des Verbindungsgelenkes. Die Zylinder ergeben eine rechnerische Zugkraft von rund 11100 kg und eine günstige Ausnutzung der Schienenreibung mit 179 kg/t.

Der Kessel ist mit Rücksicht auf die langflammige einheimische Fettkohle mit einer Rostfläche von 5 qm ausgeführt worden. Die Eigenart der Kohle machte den Einbau einer Verbrennungskammer erwünscht, der gleichmäſsigen Verteilung des Kesselgewichtes war sie ebenfalls günstig; das endgültige Urteil über ihre Bewährung werden nur die Hauptwerkstätten abgeben können. Die Einzelausrüstung der Maschine ist ein eigenartiges Durcheinander deutscher und amerikanischer Hilfsapparate wie Marcotty-Rauchverzehrer, Knorr-Abdampfvorwärmer und Schlammabscheider Bauart Reichsbahn, dagegen aber dampfbetätigter Schüttelrost, Superior-Ruſsbläser, G. E. Turbobeleuchtung u. a. m., die vom Besteller gefordert wurden. Die Lokomotive bedeutet eine schöne Leistung und wird im Betriebe den Wettkampf mit amerikanischen Maschinen gleicher Bauart und Leistung nicht zu scheuen haben.

Zufällig in fast der gleichen Spurweite (Kapspur) ist die gegenüber der Malletlokomotive fast verschwindende B-Straſsenbahnlokomotive von Hohenzollern ausgeführt (Zusammenstellung 5, lfd. Nr. 37). Diese Lokomotive stellt eine gut verkäufliche, in der Herstellung und im Betrieb billige Type der auf diesem Gebiete sehr erfahrenen Herstellerfirma dar; sie ist bestimmt für ein Kleinbahnnetz im flachen Teil holländisch-Frieslands; sie entwickelt rund 135 $PS_i$ gleich etwa 100 PS am Zughaken und kann somit Züge von acht bis zehn leichten Wagen auf Steigungen bis zu 5 ‰ befördern.

Die dritte Eisenbahn-Schmalspurlokomotive auf der Ausstellung ist eine für den jetzt polnischen Anteil des früher ganz deutschen oberschlesischen Schmalspurnetzes bestimmte E-Lokomotive von 785 mm Spur (Zusammenstellung 5, lfd. Nr. 38, Abb. 26). Die Bauart ist neuartig und wurde von der Berliner Maschinenbau-A.-G. zusammen mit Professor Czeczott von der Polnischen Staatsbahn entwickelt, um den eigenartigen Verhältnissen dieser stark belasteten Industriebahn Rechnung zu tragen. Jede dort verwendete Lokomotive muſs in der Lage sein, Krümmungen bis 35 m Halbmesser herab anstandslos zu durchfahren, vier- bis fünffach gekuppelte Lokomotiven müssen also verschiebbare oder einstellbare Endkuppelachsen erhalten. Dem Einbau von Klien-Lindner-Endachsen, die an einen Auſsenrahmen gebunden sind, legt die enge Umgrenzungslinie Schwierigkeiten in der Unterbringung der Zylinder in den Weg; darum hat die Deutsche Reichsbahn für ihren Netzteil vor einer Reihe von Jahren eine E-Lokomotive nach der Bauart Luttermöller entwickelt, bei der die Endachsen radial einstellbar und durch Zahnräder auf der Welle mit den mittleren Achsen gekuppelt sind. Der Zahnräderkasten bildet gleichzeitig die Deichsel. Diese Bauart hat im allgemeinen befriedigt, doch nehmen die beiden Luttermöllerantriebe verhältnismäſsig viel von dem insgesamt verfügbaren Gewicht in Anspruch, auſserdem ist der hintere der guten Durchbildung von Rost und Aschkasten etwas hinderlich; daher beschloſs die Polnische Staatsbahn, von dem Vorbild abzuweichen und eine E-Lokomotive mit reiner Gölsdorfeinstellung anzuwenden. Die Lokomotivfabrik gab dazu die Mittel in die Hand, indem sie eine Maschine mit fester erster Kuppel- und dritter (Treib-) Achse entwarf, bei der die zweite Kuppelachse frei verschieblich war. Die vierte und fünfte Kuppelachse wurde ebenfalls seitenverschieblich; die Verschiebung beider Achsen jedoch wurde durch einen wagrechten Ausgleichhebel in gegenläufigem Sinne erzwungen. Um die Kuppelstangen, die von der Treibachse rückwärts nur auf verschieblichen Zapfen laufen, vor dem seitlichen Ausweichen zu bewahren, sind sie hinter der fünften Achse bis zu einer fest gelagerten Blindwelle verlängert, die zur Führung mit umläuft.

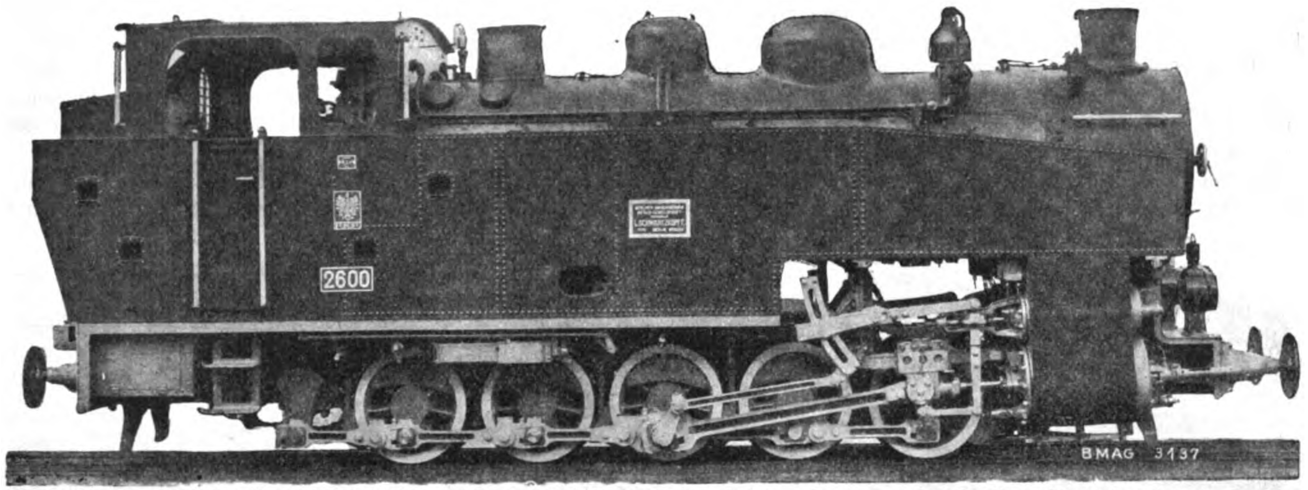


Abb. 26. E-Schmalspur-Tenderlokomotive der Polnischen Staatsbahn, erbaut von der Berliner Maschinenbau-A.-G.

Der Gedanke ist gut und der Entwurf ist sorgfältig und fleiſsig durchgeführt; das ersparte Gewicht ist für Kesselleistung und Vorräte nutzbar gemacht worden. Auf der anderen Seite hat auch diese Anordnung ihre Mängel: der Anschneidwinkel in engen Kurven und Weichen wird auſserordentlich groſs (fast 3°), der Verschleiſs der Radreifen und der Kurvenschienen also gröſser als bei der Luttermöller-Maschine; auſserdem dürfte

die Maschine in der Graden bei Rückwärtsfahrt etwas unruhig laufen. Ob der erhöhte Verschleifs das wirtschaftlich zulässige Mafs innehält, wird der Dauerbetrieb zeigen müssen. Abgesehen von diesen Bedenken ist die Maschine als leistungsfähige Heifsdampflokomotive mit wohl abgeglichenen Hauptmafsen ausgeführt und erscheint besonders für den rauhen Betrieb der eigenartigen Bahn gut geeignet.

Nun beginnt die Schar der Industrielokomotiven, die wir hier nur kurz behandeln können. Aus ihnen hebt sich geschlossen die Gruppe der Abraumlokomotiven heraus, die sieben Nummern zählt und in Spurweite und Leistung weitgehend in Übereinstimmung gebracht ist. Die junge Braunkohlenindustrie scheint sich, wie man bisher kaum zu erfahren Gelegenheit hatte, auf die für Boden- und Baggergutförderung durchaus geeignete Einheitsspur von 900 mm eingestellt zu haben. Die sich in ganz engen Grenzen im wesentlichen zwischen 220 und 270 $PS_i$ bewegende Leistung läfst aufserdem auf weitgehende Vereinheitlichung der Zuggewichte, Bahnsteigungen usw. schliefsen. Aus den Höhenmafsen von 2450 mm läfst sich aufserdem entnehmen, dafs auch die Portalhöhen der Bagger weitgehend vereinheitlicht sind. Eine unerwünschte Einheitlichkeit besteht leider auch darin, dafs keine der ausgestellten Maschinen mit Heifsdampf arbeitet, obwohl Braunkohle die geringsten Anforderungen an die Unterhaltung eines Überhitzers stellt. Die Formgebung sämtlicher Maschinen ist naturgemäfs einschneidend durch die Höhenbeschränkung beeinflufst; die Umgrenzungslinie wird vom Kessel und den Wasserkästen auf das weitgehendste ausgenutzt. Als Beispiel sei hier das Lichtbild der von Borsig ausgestellten Abraumlokomotive in der Abb. 27 wiedergegeben. Ihr recht ähnlich sind die von Hanomag, von Linke-Hofmann-Lauchhammer, von Krupp und von A. Jung ausgestellten Lokomotiven, doch hat Borsig als einziger Kolbenschieber verwendet.

B-Lokomotive für 600 mm Spur, von Hanomag B-Lokomotive für 600 mm Spur, von Schwartzkopff C-Lokomotive für 600 mm Spur und von Borsig B-Lokomotive für 600 m Spur.

Die Maschinen arbeiten sämtlich mit Nafsdampf und sind ausgesprochene Maschinen für harte Dienstverhältnisse, denen einige Male Umstürzen nicht allzu viel anhaben darf. Dementsprechend ist auch alles nicht unbedingt Erforderliche weggelassen. Die Maschinen folgen im wesentlichen den von jeder Firma für ihre Katalogtypen kennzeichnenden Hauptrichtlinien, haben aber dennoch wenig Charakteristisches, ausgenommen vielleicht die Borsigsche Lokomotive, mit der die Firma den Versuch macht, die altbekannte 600 mm Feldbahnlokomotive mit Klien-Lindner-Achsen, die sich durchaus nicht restlos bewährt hat, in einer anderen Spurweite wieder ins Leben zurückzurufen.

### VI. Die Druckluftlokomotiven.

Wenn auch die Druckluftlokomotiven dem Konstrukteur manche reizvolle Aufgabe bieten, so sind sie doch für den Eisenbahner ohne berufliche Bedeutung und sollen daher hier nur kurz zusammengefafst gestreift werden. Eine Aufzählung der einzelnen ausgestellten Maschinen wurde daher unterlassen.

Da die Herstellung der Prefsluft auch unter den günstigsten Verhältnissen teuer ist, dürfte der Verwendungsbereich derartiger Lokomotiven auf Grubenbetrieb und Tunnelbau beschränkt bleiben. Hier hat sie gegenüber der elektrischen Lokomotive mit Stromabnehmern den unbestreitbaren Vorteil, dafs sie bei unvollkommener Bewetterung keine Gefahrenquelle bildet, sondern bis zu einem gewissen Mafse die Lufterneuerung in den Förderstollen noch unterstützt und in kleinem Mafse auch die Lufttemperatur herabdrückt.

Neuzeitliche Druckluftlokomotiven haben einen in Stahlflaschen aufbewahrten Luftvorrat bis zu 200 at Druck, der ihnen

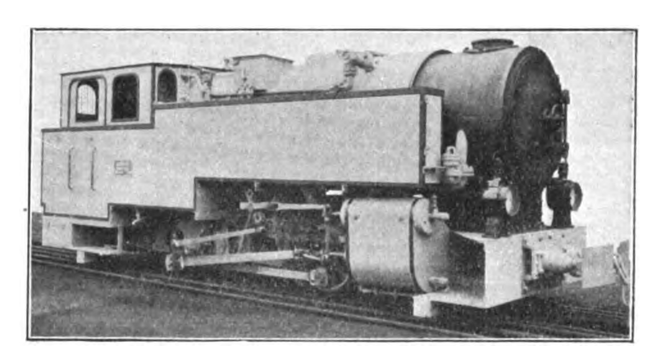


Abb. 27. Abraumlokomotive von Borsig.

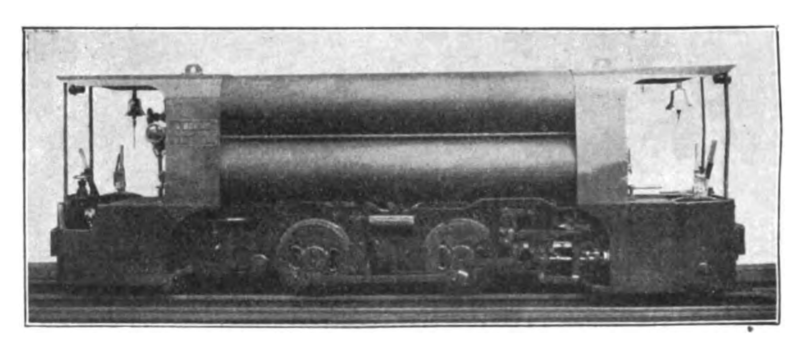


Abb. 28. Druckluftlokomotive von Borsig.

Aus dem Rahmen fallen die C 1 Abraumlokomotiven von Orenstein & Koppel, eine vorzüglich durchgebildete Heifsdampflokomotive von 42 t Dienstgewicht für schwersten Grubendienst, die allen Ansprüchen genügen und selbst die Leistung elektrischer Gleichstrom-Abraumlokomotiven gleichen Gewichtes erreichen dürfte. Ebenso fällt wegen ihrer geringen Leistung aus dem Rahmen die B-Lokomotive von Rheinmetall heraus, die nicht für die Baggerumgrenzung gebaut, sondern wohl in der Hauptsache eine Katalogtype für allgemeine Industriezwecke ist, ähnlich wie die von Hohenzollern für die nicht eben seltene Werkspur von 900 mm gebaut ist. Beide sind Nafsdampfmaschinen, die letztere zeichnet sich noch durch eine recht einfache Lenkersteuerung aus, die allerdings vom Federspiel beeinflufst wird.

Es folgen nun noch sieben Unternehmer- und Werkslokomotiven verschiedener Spurweiten und Kupplungsverhältnisse, d. h. Achsdrücke, nämlich:

Von Borsig D-Lokomotive für 700 mm Spur, von Rheinmetall B-Lokomotive für 750 mm Spur, von A. Jung C-Lokomotive für 760 mm Spur, von Linke-Hofmann-Lauchhammer

einen Wirkungskreis bis zu 15 km bei voller Ausnutzung des Reibungsgewichtes gibt.

Die Arbeitsluft wird vor dem Eintritt in die Zylinder auf 16 bis 18 at entspannt und die hierdurch stark erniedrigte Temperatur in einem vorgeschalteten Ausgleichs- und Erwärmungsbehälter wieder erhöht. Erst dann tritt sie in die Zylinder. Diese sind mit zwei- oder gar mit dreistufiger Dampfdehnung ausgeführt, jedoch so, dafs ein einfacher Zweikurbelantrieb gewahrt bleibt; bei dreistufiger Dehnung wird der Hochdruckzylinder als Differentialzylinder durchgebildet und zuerst ein Ringraum als Hochdruck-, dann die andere volle Kolbenseite als Mitteldruckstufe beaufschlagt. Der Niederdruckzylinder arbeitet beiderseits wie bei Dampflokomotiven üblich.

Um tiefe Temperaturen der Arbeitsluft und damit Vereisen und schlechten Wirkungsgrad zu vermeiden, ist zwischen jede Dehnungsstufe wiederum ein Lufterhitzer eingeschaltet. Um für diese Erhitzer das früher übliche Mitführen warmen Wassers oder gar von Brennstoffen mit offener Flamme auszuschalten, ist hierfür die ohnedies stets vorhandene warme Grubenluft nutzbar gemacht. Die Heizbehälter sind wie Röhrenvorwärmer

ausgebildet, die von der Arbeitsluft durchströmt werden; durch die Röhrensysteme zieht die warme Grubenluft mit hoher Geschwindigkeit, angesaugt durch das blasrohrartig gestaltete Auspuffrohr der Niederdruckmaschine.

Bei sachgemäfser Durchbildung der Lokomotive und günstigen Betriebsverhältnissen kann so der Luftverbrauch auf 0,6 bis 0,8 cbm für 1 t/km Förderleistung herabgesetzt werden; bei wirtschaftlicher Erzeugung der Druckluft können also die sächlichen Förderkosten auf etwa 1,25 bis 1,65 ℳ für 1 t/km veranschlagt werden.

Als Beispiel einer gut durchgebildeten zweistufigen Druckluftlokomotive kann die von Borsig ausgestellte B-Lokomotive (Abb. 28) mit ihren Hauptabmessungen wiedergegeben werden:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Länge | 4840 mm | Luftüberdruck in den Behältern | 200 at |
| Höhe | 1620 » | Arbeitsdruck im Hochdruckzyl. | 14 bis 16 at |
| Breite | 1010 » | Leergewicht | 9000 kg |
| Raddurchmesser | 500 » | Dienstgewicht | 9300 » |
| Radstand | 1000 » | Gröfste Zugkraft | 1000 » |
| Spurweite | 600 » | | |
| Inhalt d. Luftbehälter | 1400 l | | |

Als Erläuterungsschema für den Arbeitsgang der Druckluft in einer Lokomotive mit dreifacher Dehnung ist in Abb. 29 die Schaltweise der Maschinen der Berliner Maschinenbau-A.-G. (Schwartzkopff) dargestellt*).

*) Wir schliefsen mit diesem Aufsatz unseren Bericht über die in Seddin ausgestellten Dampf- und Druckluftlokomotiven ab; die Öllokomotiven sollen im Laufe der nächsten Monate nach Abschlufs der ersten Versuchsreihe einer für die Reichsbahn gelieferten Maschine eingehend geschildert werden. Die Schriftleitung.

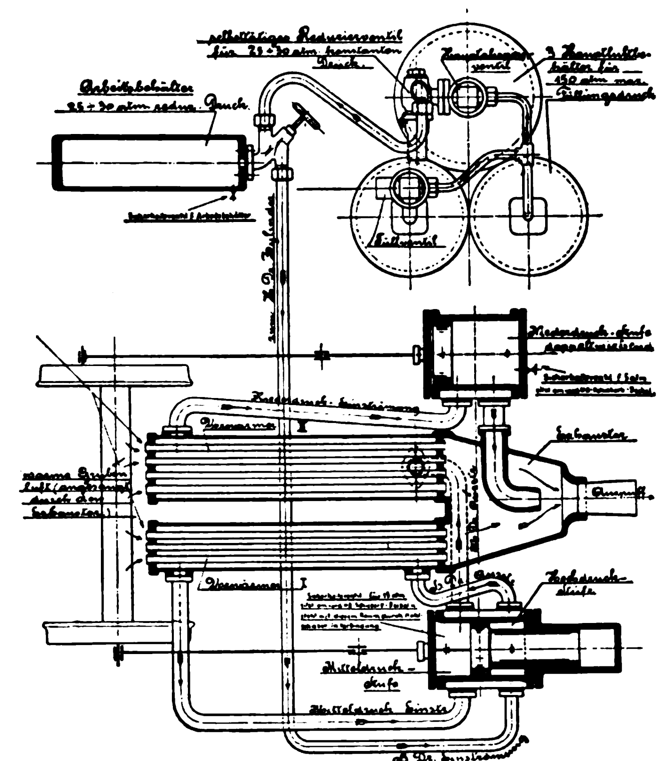


Abb. 29. Schema für den Arbeitsgang der Druckluft in einer Lokomotive mit dreifacher Dehnung.

## Lokomotiven mit Caprottisteuerung.

Von Baurat Dr. Ing. E. h. **Metzeltin.**

Den bisher bekannten Lokomotivventilsteuerungen, so insbesondere auch der Lentz-Ventilsteuerung, haften neben ihren Vorzügen (geringe Unterhaltungskosten, Ausnutzung höherer Überhitzung usw.) naturgemäfs die Mängel aller Schwingensteuerungen an, d. h. die gegenseitige Abhängigkeit von Dehnungsbeginn und Voreinströmung einerseits und Vorausströmung und Kompressionsbeginn andererseits. Dieser Nachteil macht sich um so stärker bemerkbar, je kleiner die Füllungen werden. Darin ist auch das bei geringen Leistungen schliefslich nicht zu mifsbilligende Fahren des Führers mit dem Regler und nicht mit der Steuerung begründet. Bei der Schwingensteuerung verliert man im Dampfdiagramm bei kleiner Füllung zunächst, wenn auch wenig, durch die frühe Vorausströmung, um so mehr aber durch den frühen Beginn der Verdichtung. Jedenfalls ist mit einer Schwingensteuerung bei weitem nicht die Völligkeit der Druckschaulinien zu erreichen, wie man sie im Dampfmaschinenbau sonst verlangt und auch mühelos erhält. Der frühe Beginn der Verdichtung hat aber weiter den Nachteil, dafs man die schädlichen Räume gröfser bemessen mufs als dies aus baulichen Gründen nötig wäre. Auf die aus Verkleinerung der schädlichen Räume erzielbaren Ersparnisse im Dampfverbrauch hat kürzlich Pfaff*) hingewiesen.

Lösungen der sich bietenden Aufgabe sind schon vor Jahrzehnten versucht, und zwar durch Trennung der Ein- und Auslafsorgane und ihre getrennte Betätigung, so z. B. in der Steuerung von Durant und Lencauchez. Eingebürgert haben sich aber solche Steuerungen nicht, weil die verwendeten Steuerorgane nicht die Vorteile boten, wie sie z. B. eine Ventilsteuerung gewähren kann. Eine richtig gebaute Ventilsteuerung mufs, im Gegensatz zum Schieber, der immer ein Schmerzenskind für den Betrieb ist, mindestens ein Jahr lang ohne Nacharbeiten laufen. Den Nachweis, dafs dies möglich ist, hat, wie wir später noch sehen werden, Caprotti mit einer neuen Steuerung an Lokomotiven der Italienischen Staatsbahn glänzend erbracht.

Die Wirkungsweise dieser Steuerung zeigen die Abb. 1—6.

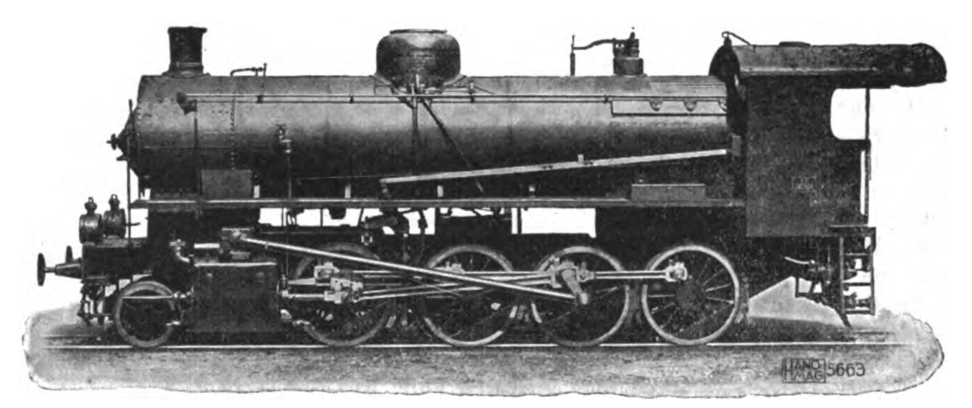


Abb. 1. 1 D-Güterzuglokomotive der Italienischen Staatsbahn mit Caprotti-Steuerung. Ursprüngliche Bauart.

Caprotti vermeidet, wie die Abb. 1 zeigt, die äufsere Schwingensteuerung vollständig. Er überträgt die Drehbewegung der Kurbel durch zwei Kegelzahngetriebe von den Gegenkurbeln der Treibachse auf eine quer über den Zylindern liegende Welle A (Abb. 3), die also synchron mit der Treibachse umläuft. Diese beiden seitlichen Übertragungen sind

*) Pfaff, Die Kolbendampfmaschine mit Kondensation, Z. V. D. I. 1924, S. 997.

inzwischen durch eine einzige von der Mitte der Treibachse ausgehende ersetzt.

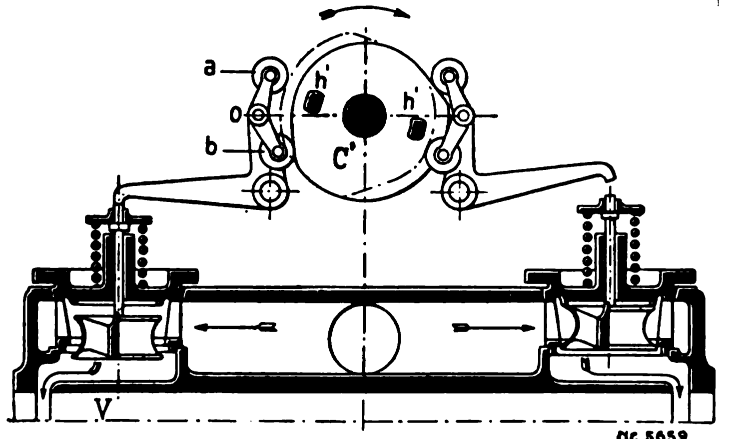



Abb. 2. Bewegungsübertragung von den beiden Hubkurvenscheiben C und C' auf die Einlafsventile.

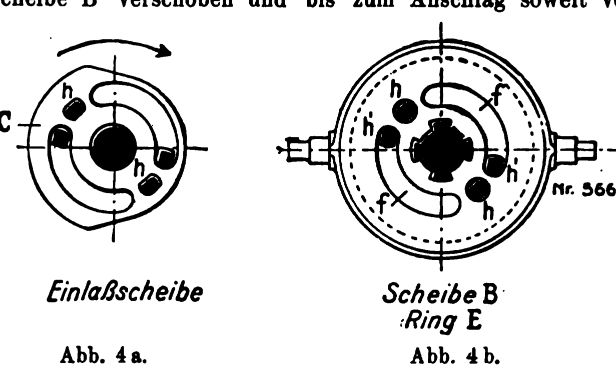
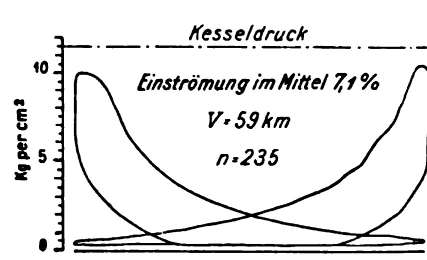
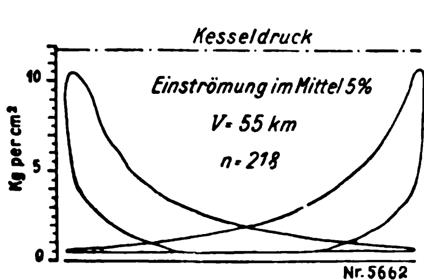



Abb. 4a. Abb. 4b.

Kesseldruck
Einströmung im Mittel 10 %
V = 50 km
n = 198
Kg per cm²




Ab. 5. Dampfdruckschaulinien.

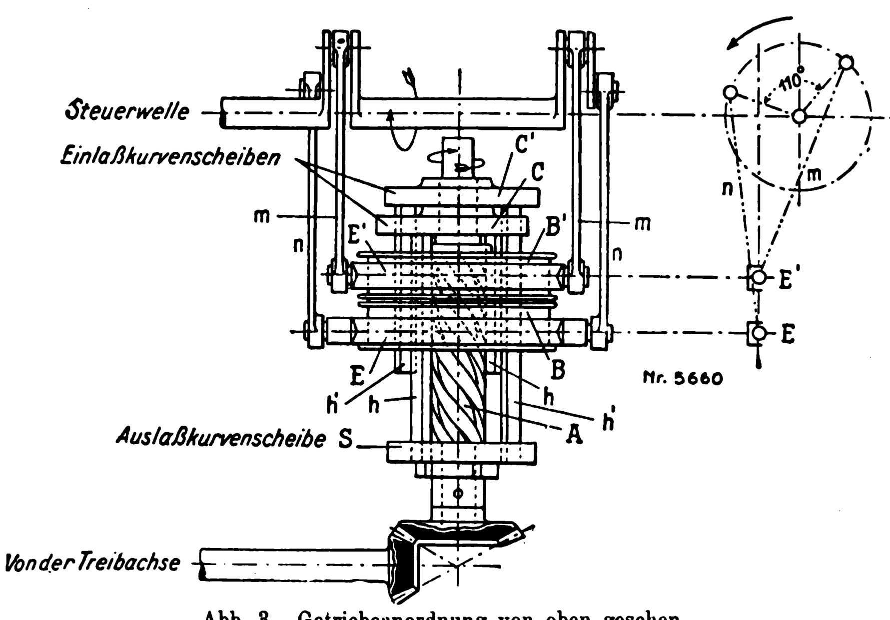



Abb. 3. Getriebeanordnung von oben gesehen.

Auf der Welle A sitzen drei Hubkurvenscheiben C, C' und S (Abb. 2—4). Von diesen steuert bei Vorwärtsfahrt die Hubkurvenscheibe C' nur die Öffnung, die Scheibe C nur den Schlufs der Einströmventile und die Scheibe S Öffnung und Schlufs der Ausströmventile. Bei der Rückwärtsfahrt tritt eine Vertauschung der Tätigkeit der Scheiben C und C' insofern ein, als nun die Scheibe C die Öffnung und C' den Schlufs des Einströmventils bewirkt. Zur Erklärung sei hierzu bemerkt, dafs die Scheiben B und B' bei gröfster Füllung vorwärts dicht beieinander nach der Steuerwellenseite hin liegen, während sie bei gröfster Füllung rückwärts wieder dicht beieinander, aber an der Auslafskurvenscheibe liegen. Durch Verdrehen der Steuerwelle im Pfeilsinn und Verschieben der Schubstange n in der Längsrichtung tritt eine Verschiebung und Verdrehung der Gewindescheibe B und Nockenscheibe C und damit eine Minderung der Füllungen ein. Die Nockenscheibe C' wird durch die geringe Bewegung der Schubstange m in der Längsrichtung infolge des Spieles, welches der Ring E' auf der Gewindesscheibe B' besitzt, nicht beeinflufst. Ist aber die Füllung bis auf 5 v. H. heruntergegangen, so wird nun auch die Scheibe B' verschoben und bis zum Anschlag soweit verdreht, dafs die Stellung der Nockenscheiben für gröfste Füllung rückwärts erreicht ist. Für die Rückwärtsfahrt beginnt nun wieder derselbe Vorgang, nur dafs wie schon oben gesagt der Arbeitsvorgang bei den Scheiben C und C' vertauscht ist, solange,

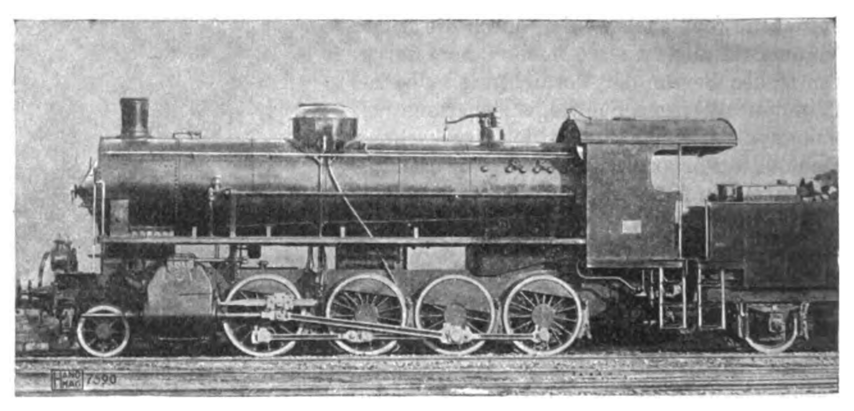


Abb. 6. 1 D-Güterzuglokomotive der Italienischen Staatsbahn mit Caprottisteuerung. Neuere Bauart.

bis nach Herabminderung der Füllung bis auf etwa 5 v. H. die Ausgangsstellung für Vorwärtsfahrt wieder erreicht ist.

Die Auslafskurvenscheibe S wird durch einen auf der Schraubenspindel aufgekeilten Mitnehmer, welcher in Knaggen an der Auslafskurvenscheibe eingreift, durch die Drehbewegung je nach der Vorwärts- oder Rückwärtsfahrtstellung, in der richtigen Lage mitgenommen. Beim Umsteuern von Vorwärtsfahrt auf Rückwärtsfahrt oder umgekehrt wird die Nockenscheibe durch die Hubstangen h, h' sofort in die richtige zur jeweiligen Fahrtrichtung gehörende Stellung gedreht. Beim Verändern der Füllungen wird durch Lehrlauf der Hubstangen h, h' im Schlitz der Auslafsnockenscheibe eine Veränderung des Ausströmbeginnes und -schlusses verhindert.

Das ganze Getriebe wird in einen gufseisernen oder Stahlformgufskasten eingebaut, aus dem die Hebel zur Betätigung der Ein- und Ausströmventile herausragen.

Abb. 5 zeigt, welche überaus günstigen Schaulinien bei Füllungen von 10, 7, ja 5 v. H. und Umdrehungszahlen von 200 bis 235 mit der ersten Steuerung erreicht worden sind. Mit einer solchen Steuerung mufs es möglich sein, mit stets voll geöffnetem Regler zu fahren.

Das Getriebe sieht an und für sich verwickelt aus, und es erfordert zweifellos genaue Arbeit und sorgfältige Auswahl der Baustoffe. Es ist aber zu beachten, dafs die Herstellung der Getriebekästen (die übrigens für rechte und linke Seite gleich sind) reine Massenerzeugung ist, denn einige wenige Gröfsen dürften für alle Lokomotiven, von der kleinsten Baulokomotive bis zur gröfsten Malletlokomotive, ausreichen. Für alle normalen Personen- und Güterzuglokomotiven einer Bahn dürfte eine einzige Gröfse ausreichen. Die Herstellung kann ganz getrennt von der Lokomotivherstellung erfolgen. Jeder Kasten pafst auf jede Lokomotive, so dafs z. B. auch grofse Bahnverwaltungen mit einigen wenigen Getriebekästen als Ersatz auskommen müssen. Die Italienische Staatsbahn rüstete im November 1920 eine 1 D-Lokomotive mit Caprottisteuerung aus. Gleich diese erste Ausführung hat sich glänzend bewährt. Die Lokomotive lief mit plombiertem Getriebekasten. Die Öffnung erfolgte gelegentlich des IX. Internationalen Eisenbahnkongresses in Rom im Frühjahr 1922. Abnutzungen oder Mängel zeigten sich nicht. Eine weitere Nachprüfung im Jahre 1923 nach dreijährigem Betrieb ergab, dafs die Steuerung keinerlei Nacharbeit erforderte. Hierin wird, namentlich für staubreiche Betriebe, ein wesentlicher Vorteil der Caprottisteuerung liegen. Während die übliche Steuerung allen Witterungseinflüssen ausgesetzt und jedem Schmutz und Staub zugänglich ist, läuft bei Caprotti sowohl die Übertragung der Bewegung von der Treibachse aus als auch das Getriebe in völlig staubdicht abschliefsbarem Kasten. Die Italienische Staatsbahn hat auf Grund der günstigen Ergebnisse inzwischen weitere 6 Stück 1 D-Güterzuglokomotiven Type 741 (Abb. 6), 4 Stück 1 C 1-Schnellzuglokomotiven Type 686 mit Caprottisteuerung bauen lassen, die zusammen mit der ersten Lokomotive bereits über 300 000 km zurückgelegt haben.

Während bei der ersten 1 D-Lokomotive (Abb. 1) noch für jede Seite ein an der äufseren Kurbel hängendes Kegelradgetriebe zum Antrieb diente, ist, wie oben bereits erwähnt, bei den neuen Lokomotiven ein einziger im Rahmen liegender Antrieb (Abb. 6) vorgesehen.

Über die Ersparnisse wird uns berichtet, dafs die Kohlenverbrauchssätze für die Lokomotiven mit Caprottisteuerung im Bezirk Foggia von 3,9 kg auf 3,5 kg für 100 t/km herabgesetzt seien.

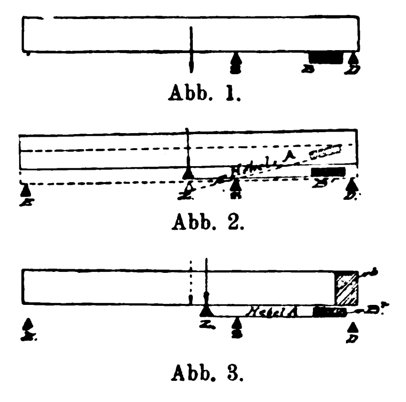
Die günstigen Ergebnisse der Italienischen Staatsbahn veranlafsten auch die Hanomag, sich mit der Caprottisteuerung zu befassen. Sie rüstete daher eine C-Tenderlokomotive ihrer Regelbauart mit der Caprottisteuerung aus.

Über Versuche mit dieser Lokomotive hoffen wir später berichten zu können.

## Ungleicharmige Drehbrücken.

Von Oberingenieur **Joosting**, Utrecht.

Im Jahre 1906 hat der Verfasser im Heft 6 dieser Zeitschrift eine damals neue Bauart für ungleicharmige Drehbrücken beschrieben, die darin besteht, dafs man die Drehbrücke nicht wie in Abb. 1 unmittelbar auf den Drehzapfen S stützt, sondern auf das Ende des kurzen Armes eines Hebels A (Abb. 2 und 3). Dieser ist auf den Drehzapfen S gelagert und am Ende des langen Armes belastet mit einem Gegengewicht B' bzw. B'', das das Gewicht der Brücke ausgleicht. Im Falle Abb. 3 ist noch ein kleines Gegengewicht b in der eigentlichen Brücke angebracht. Es ist klar, dafs, abgesehen vom Gewicht des Hebels, die Gegengewichte $B'' + b$ gleich dem Gegengewicht $B' = B$ sein müssen.


Abb. 1. Abb. 2. Abb. 3.

Das Gleichgewicht wird nicht gestört, wenn man den Hebel neigt. Man kann also mittels des Hebels die Brücke auf ihre Auflager D und E senken oder sie von diesen Lagern abheben, ohne mehr Arbeit zu leisten, als für die Massenbeschleunigung und die Überwindung der Reibung erforderlich ist.

Es ist erwünscht, nachdem die Brücke auf die Auflager gesenkt worden ist, den langen Arm des Hebels mit dem Gegengewicht noch etwas zu heben, so dafs der Drehzapfen vollständig entlastet wird und die Brücke als eine feste Brücke betrachtet werden kann. Hierbei mufs aber eine Arbeit geleistet werden, die bei den sehr zahlreichen nach dieser Bauart bei den Haupt-, Neben- und Strafsenbahnen in Holland ausgeführten kleineren eingleisigen Drehbrücken keine Schwierigkeiten verursacht hat, aber bei gröfseren eingleisigen und bei zweigleisigen Drehbrücken einen grofsen Kraftaufwand fordert. Der Verfasser hat daher für diese Brücken die Anordnung in Abb. 3 gewählt und das Gegengewicht b in der Brücke benutzt für eine Art Kraftsammler, der die Arbeit für das Heben des Gegengewichts leistet, dagegen aber auch die beim

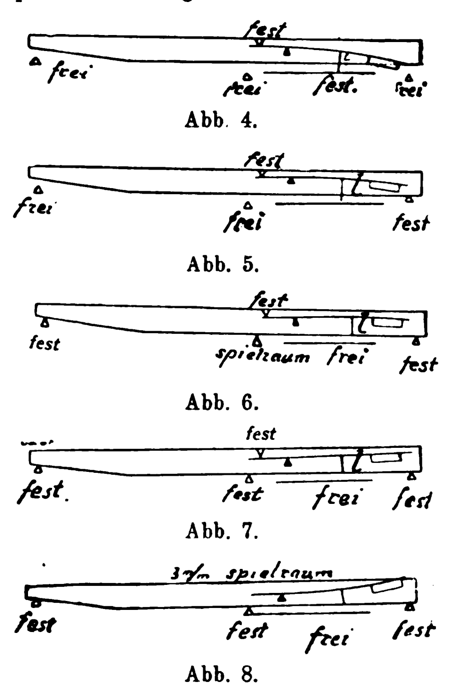


Abb. 4. Abb. 5. Abb. 6. Abb. 7. Abb. 8.

Senken des Gegengewichts freiwerdende Arbeit wieder aufspeichert.

In Abb. 4 ist eine ungleicharmige Drehbrücke schematisch in der Lage dargestellt, die für das Ausdrehen bedingt ist; sie ist frei von ihren drei Auflagern an den Enden und in der Mitte der Hauptträger, die Laufräder l ruhen auf der Laufschiene, weil das Ende des langen Hebelarmes durch den in den kurzen Brückenarm eingebauten Bewegungsantrieb hinuntergedrückt wird und dieser kurze Brückenarm um ein Geringes schwerer ist als der lange Brückenarm. Brücke und Hebel sind beide konvex nach oben gebogen. Wird das Gegengewicht etwas gehoben, dann senkt sich der kurze Brückenarm bis auf das Auflager rechts, indem die Laufräder die braucht man für das Heben des Gegengewichtes eine Kraft, die von Null bis auf das Gewicht des Gegengewichtes samt dem des langen Hebelarmes linear wächst. Das weitere Heben des Gegengewichtes bringt einen Spielraum in die Lagerung der Brücke auf dem kurzen Hebelarm; die dabei auszuübende Kraft ist unveränderlich und gleich dem Gewicht des Gegengewichtes samt dem Gewicht des langen Hebelarmes. Der obengenannte Kraftsammler soll nun so eingerichtet sein, dafs er beim Heben des Gegengewichtes keine Arbeit leistet, bis die beiden Enden der Hauptträger die Endauflager berühren; weiter, dafs er von diesem Augenblick an eine Kraft leistet, die von 0 bis zu dem Gewicht des Gegengewichtes und dem Übergewicht des langen Hebelarmes wächst, bis das Brücken-

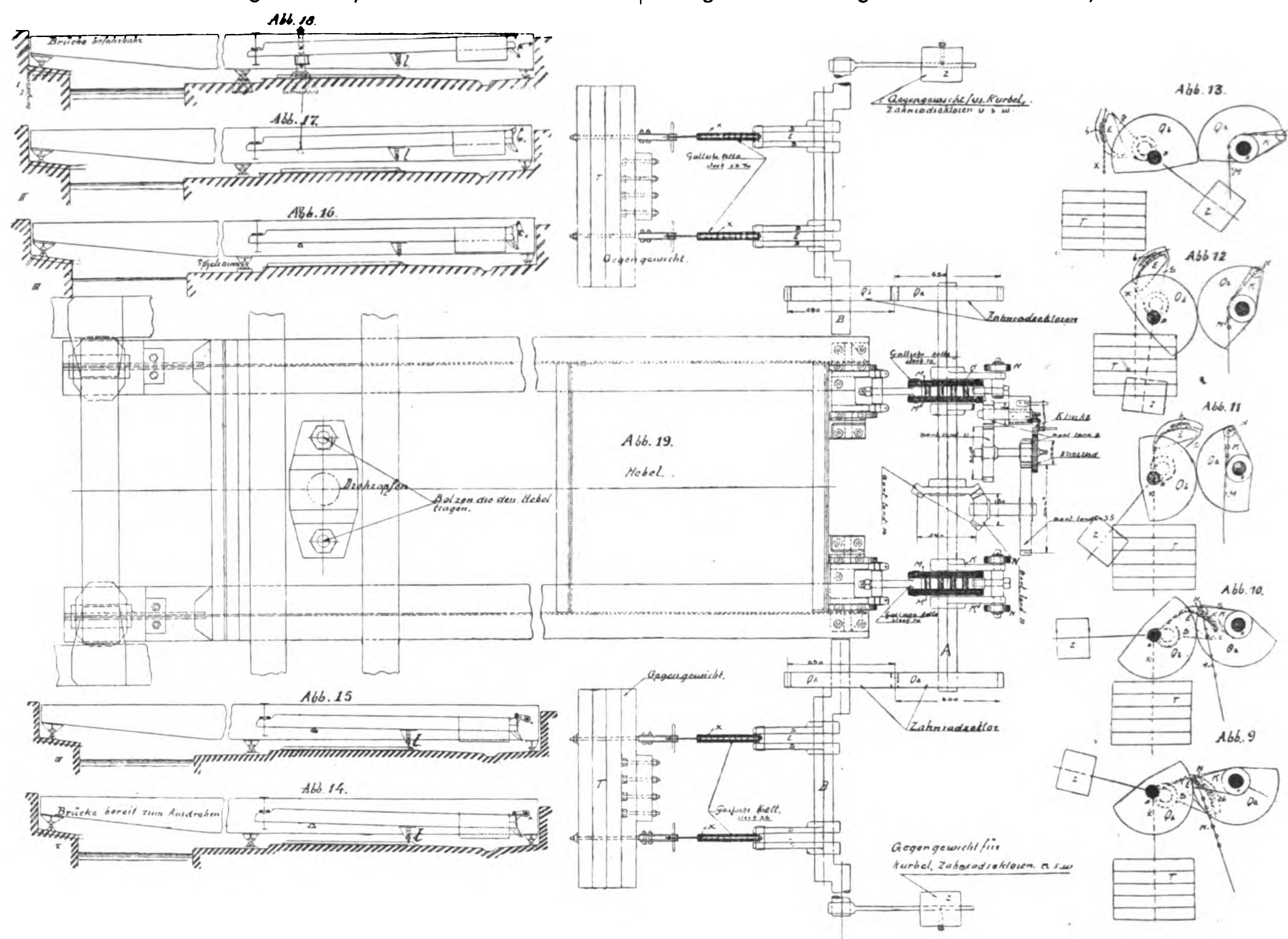



Abb. 9 bis 19. Drehbrücke über den Angstel bei Nieuwersluis.

Laufschiene dann noch berühren, aber keinen Druck mehr auf sie ausüben (Abb. 5). Die Brücke ist dann mit dem Gegengewichte vollkommen im Gleichgewichte und beim weiteren Heben des Gegengewichtes bis in die in Abb. 6 dargestellte Lage braucht theoretisch keine Arbeit geleistet zu werden; in dieser Lage berührt die Brücke die beiden Endlager; über dem Mittellager ist jedoch noch ein Spielraum vorhanden. Das ganze Gewicht der Brücke drückt noch auf das Ende des kurzen Hebelarmes, die Laufräder sind von der Laufschiene abgehoben. Hebt man das Gegengewicht noch weiter, dann ändert sich allmählich die konvexe Durchbiegung der Brücke und des Hebels in eine Konkave, bis die Brücke das Ende des kurzen Hebelarmes zwar noch berührt, aber einen Druck darauf nicht mehr ausübt (Abb. 7). Während dieser Periode gewicht nicht mehr auf den kurzen Hebelarm drückt und der Druck dann unveränderlich bleibt. In den Abb. 9 bis 19 ist schematisch angegeben, wie der Kraftsammler bei der zweigleisigen Brücke über den Angstel bei Nieuwersluis in der Strecke von Amsterdam nach Utrecht ausgebildet ist. Im Jahre 1915 wurde die veraltete Aufstelzvorrichtung dieser Brücke entfernt. Ferner wurden unter den Enden und die Mitte der Hauptträger feste Auflager angebracht und in die Brücke eine Hebevorrichtung mit Kraftsammler eingebaut. Die Brücke hat vier Hauptträger, je einen unter jedem Schienenstrang. Der Hebel mit dem Gegengewicht wurde zwischen die inneren Hauptträger eingebaut. Es wird gehoben oder gesenkt mittels zwei Gallschen Ketten M und vier Rollen N, die an Kurbel K befestigt sind. Die Kurbel sind festgekeilt auf eine Welle A,

deren beide Enden durch Öffnungen im Steg der inneren Hauptträger hinausragen und Zahnradsektoren Qa tragen. Die Zähne jedes Zahnradsektors greifen in die Zähne eines gleichen Zahnradsektors Qb ein, der auf einer zwischen den äufseren und den inneren Hauptträger gelagerte Welle B befestigt ist. Die beiden Wellen B sind gekröpft und tragen auf dem gekröpften Teil Stücke S aus Gufsstahl, woran nach einer Kreisevolvente bearbeitete, schmiedeeiserne Führnugen E geschraubt sind.

Ein Gewicht T ist aufgehängt an den Ketten X, die in der Lage in Abb. 4, 9 und 14 genau durch die Drehachse der Welle gehen, dann über die Kreisevolvente E geschlagen und am Ende der Stücke S befestigt sind. Wird die Welle A nun im positiven Sinne (in der Richtung der Uhrzeiger) gedreht, dann wird die Kurbel K den langen Hebelarm hochziehen, die Welle B dreht im negativen Sinne, aber das Gewicht T bleibt in derselben Lage und übt kein Drehmoment auf die Welle B aus, leistet also keine Arbeit. Für das Aufwärtsbewegen des langen Hebelarmes ist in dieser Periode mit Vernachlässigung des Reibungswiderstandes und der Massenbeschleunigung keine Arbeit zu leisten. Im Augenblick, wo beim Heben des Gegengewichtes die Hauptträgerenden auf die Auflager angelangt sind, ist die Lage so, wie in den Abb. 6, 11 und 16 gezeichnet. Beim Weiterdrehen der Welle A wird die Kette A um sie gewunden, indem die Kette X von der Kreisevolvente E abrollt, wie aus Abb. 11 und 12 ersichtlich; dabei übt das Gewicht T auf die Welle B und dadurch auch auf die Welle A ein geradlinig zunehmendes Drehmoment aus, das die ebenfalls geradlinig zunehmende Kraft in der Kette im Gleichgewichte hält. An der Stelle, wo die Kette X die Kreisevolvente in dem Augenblick berührt, wo die Brücke aufhört, einen Druck auf den kurzen Hebelarm auszuüben, ist ein in einem Schlitz verstellbarer Bolzen b (Abb. 13) befestigt, der ein weiteres Abrollen der Kette X verhindert. Alsdann ändert sich das durch das Gewicht T verursachte Drehmoment proportional mit der Projektion des Radius b--B, also nur noch in geringem Mafse. Durch die Einschaltung eines besonderen Gliedes in der Kette M ist dafür gesorgt, dafs auch das durch die jetzt konstante Kraft in dieser Kette auf die Welle A verursachte Drehmoment sich im selben Verhältnis ändert.

Die Gegengewichte Z dienen lediglich dazu, die durch die Gewichte der Zahnradsektoren, der Kurbel usw., verursachten Drehmomente auszugleichen.

Die Vorrichtung hat sich ausgezeichnet bewährt. Der Brückenwärter kann die Brücke ohne Anstrengung durch 10 Umdrehungen, mit einiger Anstrengung sogar durch 5 Umdrehungen der Bewegungskurbel heben oder senken. Bei einer eingleisigen Brücke derselben Bauart wurde auf der Welle A aufserhalb der Hauptträger an der Stelle des Zahnradsektors Qa das Stahlgufsstück S, mit der Kreisevolvente festgeschraubt. Die Zahnradsektoren und die Welle B fielen also weg, so dafs die Vorrichtung sich äufserst einfach gestaltete. Bei dieser Brücke waren für das Heben oder Senken nur $1^1/_2$ Umdrehungen der Bewegungskurbel erforderlich.

## Persönliches.

### Anton Hammel †.

Der am 27. März nach kurzer Krankheit im Alter von fast 68 Jahren verstorbene Direktor Anton Hammel der Maffeischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik ist seit dem Jahre 1875, nach dem Besuch der damaligen Gewerbeschule und der Industrieschule München, in diesem Werk tätig gewesen.

Seine vielfach bahnbrechenden Leistungen im Lokomotivbau beginnen etwa mit dem Jahre 1890. Ende der 80er Jahre befafste er sich mit dem Entwurf von Gelenklokomotiven, gelangte selbständig zur gleichen Lösung wie Anatole Mallet, und als dieser 1889 damit an die Öffentlichkeit trat, zögerte das Maffeische Werk nicht, eine Lokomotive gröfsten Ausmafses als Gelenklokomotive zu bauen. Es war dies die C + C Maschine der Gotthardbahn, damals die gröfste Lokomotive der Welt. Weitere B + B Lokomotiven schuf Hammel unmittelbar nachher für die Schweizer Zentralbahn, die Landquart-Davoser Bahn, die Anatolische Bahn, die Bayerische Staatsbahn, die Bulgarische Staatsbahn (1900 auf der Pariser Weltausstellung) usw. Damit ist die Doppelverbund-Gelenklokomotive, gewöhnlich Bauart Mallet genannt, als Grofslokomotive geschaffen worden. Welches Mafs von Urteilsfähigkeit und Unternehmungsgeist dazu gehörte, zeigt die Tatsache, dafs es heute bekanntlich noch Fachkreise gibt, die gegen diese Lokomotivgattung eingenommen sind, während allerdings andere ihre grofsen Vorteile zu schätzen wissen. Nach eingehendem Studium der Maffeischen C + C Lokomotive in Bellinzona nahmen die Amerikaner 1904 den Bau und 1906 die breitere Verwendung solcher Lokomotiven auf, worin sie heute bekanntlich Hervorragendes leisten. In Europa besitzen die bayerischen Eisenbahnen die gröfste Gelenklokomotive (Gt 2 × 4/4), welche 1913 aus dem Maffeischen Werk hervorging und mit neuzeitlichen Ergänzungen bisher in drei Serien gebaut wurde.

Als weitere bahnbrechende Leistung Anton Hammels mufs man dessen Eintreten für die Verbundlokomotive insbesondere die Vierzylinderverbundlokomotive, bezeichnen. Hammel erkannte frühzeitig, da er gleichzeitig im Bau von ortsfesten Dampfmaschinen und von Schiffsmaschinen tätig war, die grofsen thermischen und mechanischen Vorzüge der Verbundwirkung auch für die Lokomotive und pflegte mit Unterstützung von Weifs, Courtin, Biber u. a. den Bau von Vierzylinderverbundlokomotiven zu einer Zeit, wo anderwärts unter Überschätzung des Heifsdampfes dagegen angekämpft wurde. Dadurch bewahrte er das deutsche Eisenbahnwesen davor, in Einseitigkeit zu verfallen und erhöhte das Ansehen des deutschen Lokomotivbaues im Auslande. Durch glückliche Durchbildung wichtiger Einzelheiten, des Massenausgleichs, der Dampfverteilung, der Ausbildung der Steuerung und des Triebwerkes, gut abgestimmte Rost- und Heizflächen- und Zylinderbemessung schuf er für Bayern, Baden und die Gotthardbahn, später auch für den Orient, Holland, Spanien und Südamerika Lokomotivtypen, die Weltruf erlangten. Die Vorzüge und richtige Bauart des Barrenrahmens, den er als geschmiedeten Rahmen weiter entwickelte, erkannte er und wandte ihn an trotz heftigen Widerspruchs seitens einflufsreicher Fachleute. Der Erfolg hat ihm so sehr recht gegeben, dafs die vereinheitlichten neuen Reichsbahnlokomotiven alle mit dem Barrenrahmen versehen werden sollen.

Zu einer Zeit, als die Entwicklung auf Erreichung höchster Fahrgeschwindigkeiten abzielte, schuf Hammel die 2/5 gek. Lokomotiven für Baden, Bayern und die Pfalzbahnen, deren erste mit 138 t am Tenderzughaken 144 km/Std. fuhr, und bald darauf die 2/6 gek. Lokomotive für Bayern, welche die heute noch unübertroffene Geschwindigkeit von 155 km/Std. mit 150 t am Tenderzughaken erreichte. Die Leistungen dieser Lokomotiven übertrafen die Dampf-Schnellbahnlokomotiven jeder anderen Herkunft um ein Beträchtliches. Es ist wahrscheinlich, dafs unter dem Wettbewerb des Kraftwagens und des Luftverkehrs auch die Eisenbahn wieder höchste Geschwindigkeiten anstreben mufs; alsdann werden die Lokomotivbauer auf die genannten, ihrer Zeit vorauseilenden Vorbilder zurückgreifen.

Im Betriebe der Nebenbahnen wurden gleichzeitig leichte Zugeinheiten und der Dampfmotorwagenverkehr angestrebt, wozu Hammel durch sehr erfolgreiche Typen von leichten Lokomotiven und Motorwagen mit beitrug.

Als später aus allgemein wirtschaftlichen Gründen wieder schwere Züge bevorzugt wurden, schuf Anton Hammel in Zusammenarbeit mit verschiedenen Bahnverwaltungen eine Reihe leistungsfähiger 3/5 und 3/6 gekuppelter Personen- und Schnellzug- und 4/5 und 5/5 gekuppelter Güterzuglokomotiven, darunter die anerkannt besten deutschen Schnellzuglokomotiven S 3/6 Bayern und IVh Baden.

Anton Hammel war ein überaus feinfühlender Mensch. Davon zeugt nicht nur sein Taktgefühl und Gerechtigkeitssinn im Verkehr mit Hoch- und Niedriggestellten und sein tiefes soziales Empfinden, sondern auch sein treffendes Urteil in künstlerischen Dingen. Die unter ihm gebauten Lokomotiven weisen ästhetisch befriedigende, ja schön zu nennende Formen auf und haben daher auch aufserhalb der engeren Fachkreise Beifall errungen.

Auf technischem Gebiete vielseitig bewandert, mit dem instinktiven Urteil des geborenen Ingenieurs begabt, verband Anton Hammel ein liebenswürdiges Wesen, Liebe zur engeren Heimat und ein einfaches Auftreten, das ihn auf alle Titel und äufseren Ehrungen zu verzichten veranlafste. Dr. S.

# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

## Allgemeines.

### Verwendung des Automobils bei Anschlufsbetrieben der Eisenbahnen.

(Revue Générale des chemins de fer, Dezember 1924.)

Die französischen Bahngesellschaften bedienen sich in weitgehendem Mafse des Automobils als Beförderungsmittel von Personen und Gütern zwischen Bahnhof und Haus und unterscheiden sich dadurch wesentlich von dem Automobildienst, wie er in Deutschland vom „Deutschen Eisenbahnkraftwagenverkehr“ ausgeübt wird.

Die Pariser Fernbahngesellschaften einschliefslich der Staatsbahnen holen auf Wunsch ihre Reisenden durch Pferdefuhrwerk oder Automobil von der Wohnung zum Bahnhof ab; die Staatsbahnen üben diesen Dienst selbst aus, die Privatbahnen haben ihn verpachtet. Die benutzten Automobile sind verschieden, vom einfachen Coupé mit zwei Plätzen und 150 kg Gepäck bis zum Omnibus mit zwölf Plätzen und mit 350 kg Gepäck. Die Einrichtung bewährt sich besonders bei früh ankommenden und abgehenden Zügen; im Jahre 1922 betrugen die in Automobilen beförderten Personen am Bahnhof Orsay 30 000, am Bahnhof Lyon mehr als das doppelte und der Verkehr ist in stetiger Zunahme begriffen. Ebenso kann der Reisende die Abholung und Zustellung seines Gepäcks in den hierfür auf den Bahnhöfen unterhaltenen Büros für eine bestimmte Zeit beantragen, wobei ihm die Fahrkarte, der Gepäckschein und, wenn gewünscht, selbst die Platzkarte, bei Abholung des Gepäcks ausgehändigt wird. Der Reisende ist damit der vielen Sorgen, mit denen eine Abreise verbunden ist, überhoben. Dieser Reisegepäckdienst wird mit Gepäck-Automobilen von 3 bis 4 t Ladegewicht versehen.

Weiter betreiben die Pariser Bahngesellschaften unter der Form der Verpachtung einen umfangreichen Güterdienst mit geschlossenen und Plattform-Automobil-Lastwagen. Dieser erstreckt sich auf die Beförderung von Post- und Frachtpaketen, Wertpaketen, landwirtschaftlichen Erzeugnissen, sowohl zwischen Haus und Bahnhof wie Sammelbüros und Bahnhof, Überführung der Pakete zwischen den einzelnen Bahnhöfen der Fern- und Kleinbahnen und auf Zustellung von Lebensmitteln zu den Markthallen. Zur Darstellung der Wichtigkeit dieses Verkehrs werden die Verkehrs- und Betriebsverhältnisse bei der Orleansbahn eingehender behandelt. Der Bahnhof Austerlitz-Paris liefert jährlich 1 500 000 Pakete ins Haus, wobei die Zahl Ende Dezember das vierfache der Zahl im Mai und Juni beträgt; aus den Stadtbüros werden jährlich 2 700 000 Stück im Gewicht von 25 000 t abgeholt, der Durchgangsverkehr erreicht jährlich 25 000 t. Dieser Dienst ist wegen der starken Verkehrsschwankungen und der Notwendigkeit, alle Bestellungen am Empfangstage auszuführen, sehr schwierig und kann nur durch Automobile bewältigt werden. Von der Bahngesellschaft aus stehen dem Pächter hierfür 65 Fahrzeuge zur Verfügung, in welcher Zahl ein 10%iger Reparaturstand inbegriffen ist. Erforderliche Verstärkung mufs der Pächter selbst stellen. Die 65 Wagen bestehen aus 20 Plattform-Lastwagen zu je 3 t, aus 15 geschlossenen Lastwagen zu je 3 t und 30 geschlossenen Lastwagen zu je 1200 bis 1500 kg Ladegewicht; die letzteren werden besonders zur Lieferung von Postpaketen ins Haus benutzt und sind mit elektrischen Anlassern ausgerüstet, damit der Motor zur Brennstoffersparnis beim Stillstand möglichst häufig ausgeschaltet wird. Wagen für den Überführungs und Durchgangsverkehr werden nach Beladung plombiert, um den Begleiter zu sparen. Lieferungsfahrten werden mit Abholungen aus den Büros und Häusern verbunden, um so die Leerfahrten zu verringern. Die Lieferwagen machen täglich 2 bis 3 Fahrten und infolge des schnelleren Automobilbetriebs gegenüber dem Pferdebetrieb ist die Lieferfrist von 12 auf 3 bis 4 Stunden gesunken. Für die Wagen ist eine Tilgungsdauer von 9 Jahren vorgesehen. Der Pächter stellt das Personal und wird nach Einheitspreisen für Stück oder t entschädigt.

Den Lieferungsdienst nach den Markthallen führt die Orleans-Gesellschaft noch selbst aus, sie beabsichtigt aber, auch diesen zu verpachten. Der Dienst ist zwischen Mitternacht und morgens 7 Uhr zu erledigen, beläuft sich jährlich auf 50 000 t und hat in den Monaten Mai und Oktober Spitzen bis zum dreifachen des gewöhnlichen Verkehrs. Der den durchschnittlichen, normalen Verkehrsverhältnissen angepafste Pferdebetrieb der Gesellschaft wird im Bedarfsfall durch die Automobile des Gepäckdienstes verstärkt, indem diese zum Nachtdienst mit einem zweiten Führer besetzt werden, ein besonderer Vorzug des Automobilbetriebs.

Besonders ausgebildet ist der Grofs-Güterdienst der Gesellschaft, der 60 000 t jährlich beträgt und durch Pächter ausgeübt wird. Letzterem sind 45 leichte Trakteure (Zugmaschinen) von 15 PS und 120 offene Anhänger zu je 5 t Ladegewicht zur Verfügung gestellt. Die Anhänger sind auswechselbar, so dafs ihre Beladung unabhängig von den Zugmaschinen erfolgen und ein sehr wirtschaftlicher Dienst mit Wechselwagen eingerichtet werden kann. Diese Trakteure versehen inzwischen Aushilfedienst in dem Markthallendienst. Die Leistung einer Zugmaschine beträgt bis zu 20 t im Tag. Gleiche Betriebe sind von den Gesellschaften auch in den Provinzstädten eingerichtet.

Besonderes Interesse bieten aber die Personenwagenlinien für Vergnügungsreisende, die unter Aufsicht der Bahn von Privatgesellschaften mit eigenen Automobilen und Personal betrieben, aber teilweise von den Bahngesellschaften finanziell unterstützt werden. Die eine der beiden Hauptlinien führt über die Alpen, Jura, Vogesen, Ardennen, Lothringen in 2000 km Ausdehnung, so dafs ein Tourist im Automobil von Nizza nach Lüttich fahren kann. Die andere grofse Automobillinie liegt im Zuge der Pyrenäen von Cerbère nach Biarritz. Hierzu kommen eine Anzahl Rundfahrten durch Gegenden mit besonderen landschaftlichen Reizen, die ohne Schienenverbindung sind. Die Fahrten können zu mehr oder weniger langen Aufenthalten unterbrochen werden. Der Wert dieser Fahrten zur Kenntnis von Land und Leuten wird hervorgehoben und ist bekannt. Die Gesellschaften selbst entwickeln hierdurch den Verkehr ihrer grofsen Linien. Bei der Gesellschaft P. L. M haben diese Saisonbetriebe im Jahre 1922 771 541 km zurückgelegt.

Mit dem schnellen Aufschwung der Auto-Linien Nord-Afrikas, die durch die Compagnie Générale Transatlantique eingerichtet sind und welche an den Küsten von Algier und Tunis, von Sfax nach Oran, mit Abstechern ins Innere verlaufen, auch bereits über Marokko verlängert sind, wird dargetan wie das Automobil infolge seiner Beweglichkeit in unbekannte Gegenden vordringen, zur Entwicklung von Handel und Wirtschaft beitragen kann und der Vorläufer der Schienenbahn ist. Die jährliche kilometrische Leistung der Autolinien Nord-Afrikas überschreitet bereits 200 000 km. Prz.

### Gütertransport mittels Lastautomobilen und losen Ladeböden in den Bahnhöfen von Cincinnati.

In Teknisk Tidskrift 1925, Nr. 7 findet sich ein bemerkenswerter Bericht über Güterbeförderung mit Lastautomobilen und losen Ladekästen in den Bahnhöfen von Cincinnati. Der Güterbahnhof von Cincinnati galt früher als der engste und überlastetste in den ganzen Vereinigten Staaten. Durch die Verwendung von Lastautomobilen mit losen auswechselbaren Ladekästen hat der gleiche

Bahnhof nunmehr den Ruf bekommen, einer der geräumigsten im Lande zu sein.

Innerhalb des Hauptbahnhofes und zwischen diesem und den vielen Nebenbahnhöfen wurden früher Teilwagenladungen teils mittels 115 Pferdefuhrwerken, teils in Eisenbahnwagen, die dadurch dem eigentlichen Güterverkehr entzogen waren, befördert. Auf letztere Art wurden 62% der Gütermenge befördert und es wären mindestens 250 Pferdefuhrwerke nötig gewesen, um den ganzen Verkehr zu bewältigen. Die Beförderungskosten mit Pferdefuhrwerk waren im Mittel 1,20 Dollar auf die Tonne, in den Eisenbahnwagen im Mittel 1,60 Dollar auf die Tonne. Dabei waren wiederholte Umladungen an den Laderampen erforderlich.

Die Cincinnati Motor Terminals Co., die diese Transporte jetzt vollständig besorgt, hat 16 Stück 5 t-Lastwagen, dazu 225 Stück lose Ladekästen angeschafft und aufserdem die nötigen Hebevorrichtungen, um die Ladekästen auf die Untergestelle zu verbringen. Damit kann sie über 1000 t im Tag befördern. Die Arbeit geht so vor sich, dafs ein leerer Ladekasten durch die Hebeeinrichtung ganz in den umzuladenden Eisenbahnwagen hineingestellt, das Gut in den Ladekasten verbracht und dieser dann durch die Hebevorrichtung auf das Automobilgestell gehoben wird. Die unmittelbaren Vorteile dieses Verfahrens waren u. a. eine Ersparnis von 0,352 Dollar auf die Tonne oder 126000 Dollar jährlich, ein Zeitgewinn von etwa 52 Stunden gegenüber dem früheren Verfahren, eine Einsparung von 50 v. H. der Laderampenfläche, entsprechend einer Erhöhung der Rampenleistung um nahezu 500 t im Tag und ein Freiwerden von etwa 67000 Eisenbahnwagenladungen im Jahr für andere Zwecke. Auch trat eine wesentliche Minderung an Ersatzansprüchen für Güterbeschädigungen ein. Die Einrichtung von Ladekästen im Zusammenhang mit Lastwagen hat in Amerika grofse Verbreitung gefunden.

Dr. S.

### Betonstrafsen.

(Bauingenieur 1924, Heft 23).

Der Beton erobert sich in Amerika mehr und mehr den Strafsenbau und zwar als selbstständige Strafsendecke nicht etwa als Pflasterunterlage. Auch englische Nachrichten (Concrete, Januar 1924, Seite 38) bezeichnen die Betonstrafse als bestes Mittel zur Bewältigung des modernen Verkehrs. Auch die durch den Kraftwagenverkehr entstandene Staubplage wird damit endlich beseitigt.

Als Querschnittsform hat sich in Amerika auf Grund zehnjähriger Erfahrung und auf Grund von Untersuchungen auf Probestrafsen folgendes ergeben:

Eine 5,50 m breite Fahrbahn mit 5 cm Wölbung zeigt einen gleichmäfsig 15 cm starken Betonquerschnitt, der sich auf die letzten 60 cm gegen die beiden Enden der Fahrbahn auf 23 cm verstärkt, um die am häufigst beobachteten Beschädigungen am Fahrbahnrand hintanzuhalten.

Als eine gleich gute Anordnung hat sich ein Querschnitt ergeben, der eine noch kräftigere Randverstärkung mit Eiseneinlagen aufweist.

Die nicht eisenbewehrten Querschnitte haben bisher ein durchaus günstiges Ergebnis geliefert — um so mehr die bewehrten.

Ausdehnungsfugen wurden bald quer zur Strafse bald längs in Strafsenmitte angeordnet und schliefslich beide Arten. Der Längsfuge in Strafsenmitte wird der Vorzug gegeben. Querfugen ergeben nach Umständen ein ungleiches Setzen der aneinanderstofsenden Betondecken.

Betonmischungsverhältnis $1:2^3/_4:4$ und $1:2:4$. Maximale Korngröfse 38 mm Sorgfältigste Betonarbeit Voraussetzung. Vier Wochen mit feuchtem Sand abgedeckt, um eine gleichmäfsige und sprunglose Erhärtung sicherzustellen. (Die neuen, hochwertigen, rasch erhärtenden Portlandzemente werden hier eine wesentliche Beschleunigung zulassen, was mit Rücksicht auf den Verkehr auch nötig erscheint.)

Der Untergrund einer Betonstrafse mufs in statischer und chemischer Hinsicht genau untersucht werden.

Es steht nicht zu erwarten, dafs wir in Deutschland in der nächsten Zeit schon eine Entwicklung im Betonstrafsenbau durchmachen, doch werden da und dort die Erfahrungen der Amerikaner und Engländer nutzbar verwendet werden können.

Hierzu ist kritisch folgendes zu bemerken:

Bei allen Veröffentlichungen, die aus Amerika stammen, mufs berücksichtigt werden, dafs sich dort der „Geschäftsmann“ rücksichtslos durchzusetzen sucht und dafs „reine Sachlichheit“ nicht vorausgesetzt werden darf.

Auch den amerikanischen Ingenieuren dürfte nicht unbekannt sein (siehe „Die Bautechnik“ 1924, Heft 52), welche Schwierigkeiten die Wiederinstandsetzung einer beschädigten Betondecke (Schlaglöcher), sowie der zerstörten Kanten der Dehnungsfugen bietes.

Schon die einfachste Überlegung zwingt zu dem Schlufs, dafs eine Erhaltung einer Strafsenbetondecke ohne auswechselbare Kleinpflaster- oder Asphaltschicht undenkbar ist. Eine ungeschützte Betondecke wird in kurzer Zeit abgefahren und infolge Verminderung der Tragfähigkeit brüchig werden, was eine vollständige Erneuerung zur Folge hat.

Die Frage der Unterhaltung mufs daher mehr in den Vordergrund gestellt werden.

Dies gilt auch für die Verwendnng von Betondecken für die Zufuhr- und Ladestrafsen der Eisenbahnen.

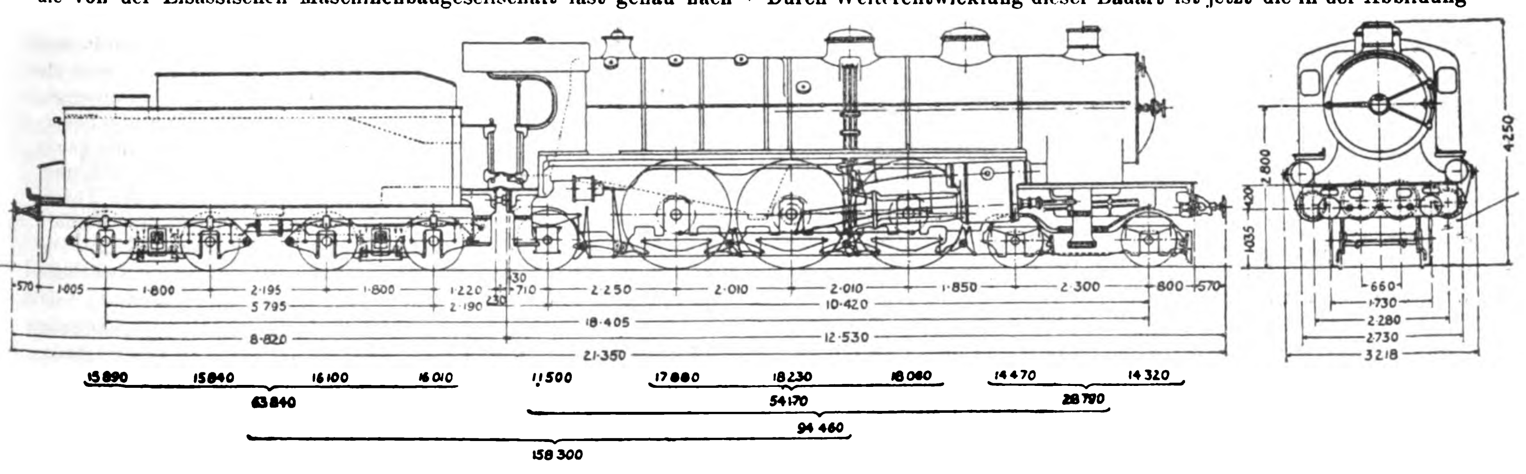
A. W.

## Lokomotiven und Wagen.

### 2 C 1 - h 4 v Schnellzuglokomotive der Französischen Nordbahn, Reihe 3. 1201—3. 1240.

(Les Chemins de Fer et les Tramways 1925, Januar.)

Im Jahre 1912 hat die Französische Nordbahn ihre ersten 2 C 1-Schnellzuglokomotiven, Reihe 3. 1151—3. 1170, in Dienst gestellt, die von der Elsässischen Maschinenbaugesellschaft fast genau nach dem Muster der 2 C 1-Lokomotive der früheren Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen entworfen waren. Beide Typen hatten im Gegensatz zu allen übrigen europäischen 2 C 1-Lokomotiven einen schmalen, tief zwischen den Blechrahmen liegenden Rost von rund 3,2 m Länge und einen verhältnismäfsig kurzen Langkessel. Die Schleppachse war ganz nahe an die letzte Kuppelachse geschoben. Durch Weiterentwicklung dieser Bauart ist jetzt die in der Abbildung




2 C 1 - h 4 v Schnellzuglokomotive der Französischen Nordbahn. Reihe 3. 1201—3. 1240.

dargestellte neue Lokomotive entstanden. Bei ihr ist die erwähnte schmale und tiefe Feuerbüchse, wie sie vor allem Garbe immer wieder verlangt*), mit einer lichten Länge von rund 3,5 m wohl auf die Spitze der Entwicklung getrieben worden. Das Beschicken eines Rostes von derartiger Länge mag zwar durch seine Neigung etwas erleichtert werden; ob aber diese verhältnismäfsig geringe Neigung im Verein mit den beim Fahren auftretenden Erschütterungen auch genügt, um ein langsames Vorwärtswandern der Kohle während der Verbrennung in der von Garbe geschilderten Weise zu erreichen und so ohne stete Nachhilfe mit dem Schürhaken ein gleichmäfsiges Feuer zu unterhalten, mag vorläufig noch dahingestellt bleiben. Die Tatsache, dafs die Nordbahn bei dem vorliegenden Entwurf, der in den Werken von Blanc-Misseron durchgeführt wurde, diese Feuerbüchsform beibehalten hat, scheint allerdings auf günstige Erfahrungen mit derselben hinzuweisen.

Im allgemeinen sind bei dem Neuentwurf lediglich die Abmessungen vergröfsert worden, der Durchmesser der Treib- und Schleppräder wurde kleiner gewählt. Die Schleppachse ist auch im Gegensatz zu früher, wo sie fest im Rahmen gelagert war, jetzt etwas nach hinten abgerückt und als Bisselachse ausgebildet worden. Aufserdem wurde, was rein äufserlich auffällt, das Laufblech über die Treibräder gelegt, um die grofsen Radkästen zu vermeiden und das äufsere Triebwerk zugänglicher zu machen. Die Zugänglichkeit des inneren Triebwerks, das doch bei der gewählten de Glehnschen Bauart sehr vielteilig ist, dürfte aber damit kaum gewonnen haben. Der Tender entspricht bis auf die Drehgestelle dem preufsischen 4 T 31,5 und stammt wohl aus den Reparationslieferungen. Die Hauptabmessungen der neuen Lokomotive sind mit denen der beiden eingangs erwähnten Vorbilder im folgenden zusammengestellt:

| | Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen 1909 | Französische Nordbahn 1912 | Französische Nordbahn 1924 | |
|---|---|---|---|---|
| Kesselüberdruck p | 15 | 16 | 16 | at |
| Zylinderdurchmesser, Hochdruck d | 380 | 410 | 440 | mm |
| „ Niederdruck $d_1$ | 600 | 600 | 620 | „ |
| Kolbenhub, Hochdruck h | 660 | 660 | 660 | „ |
| „ Niederdruck $h_1$ | | | 690 | „ |
| Kesseldurchmesser innen (kleinster) | 1600 | 1600 | 1747 | „ |
| Kesselmitte über Schienenoberkante | 2820 | 2830 | 2800 | „ |
| Rohrlänge | 4300 | 4300 | 4500 | „ |
| Heizfläche der Feuerbüchse | 17,38 | 17,38 | 20,30 | qm |
| „ „ Rohre (Serve-Rohre) | 182,83 | 195,60 | 228,28 | „ |
| „ des Überhitzers | 38,50 | 45,00 | 57,20 | „ |
| Heizfläche — im Ganzen — H | 238,71 | 257,98 | 305,78 | „ |
| Rostfläche R | 3,22 | 3,22 | 3,50 | „ |
| Durchmesser der Treibräder D | 2040 | 2040 | 1900 | mm |
| „ „ Laufräder vorn | 950 | 950 | 950 | „ |
| „ „ „ hinten | 1400 | 1420 | 1040 | „ |
| Fester Achsstand | 6200 | 6200 | 4020 | „ |
| Achsstand der Kuppelachsen | 4300 | 4300 | 4020 | „ |
| Ganzer Achsstand der Lokomotive | 10350 | 10350 | 10420 | „ |
| Ganzer Achsstand der Lokomotive einschl. Tender | — | — | 18405 | „ |
| Reibungsgewicht $G_1$ | 51,3 | 49,17 | 54,17 | t |
| Dienstgewicht der Lokomotive G | 82,6 | 85,57 | 94,46 | „ |
| Leergewicht „ „ | 75,5 | 78,60 | 84,71 | „ |
| Dienstgewicht des Tenders | 47,1 | — | 63,5 | „ |
| Vorrat an Wasser | 21 | — | 31,5 | cbm |
| „ „ Brennstoff | 6 | — | 7 | t |
| H : R | 73,8 | 80 | 87,5 | |
| H : G | 2,88 | 3,02 | 3,24 | |
| H : $G_1$ | 4,64 | 5,24 | 5,65 | |

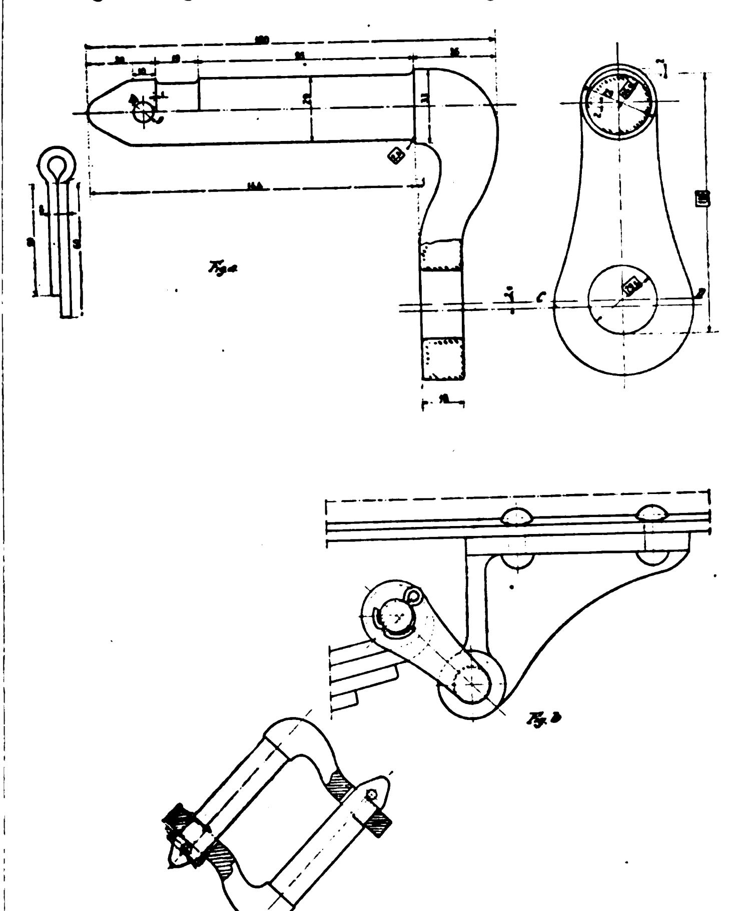
R. D.

*) Garbe, die zeitgemäfse Heifsdampflokomotive.

## Neuartige Federaufhängung für Eisenbahnwagen.

(Eislieg-Rundschau 1925, Nr. 1.)

Die bisher hauptsächlich übliche Federaufhängung bei zweiachsigen Güterwagen benötigt für jedes Federauge zehn Einzelteile, nämlich zwei Bolzen, zwei Laschen, zwei Muttern, zwei Unterlagscheiben und zwei Splinte, für einen Wagen also 80 Einzelteile in fünf verschiedenen Formen. Diese Vielteiligkeit sucht die in Italien bereits erprobte Federaufhängung Bauart Mariani zu vermeiden. Die Vorrichtung besteht (siehe Abb.) für jedes Federauge aus zwei gleichgestalteten Bolzen, die mit der Federlasche aus einem Stück gearbeitet sind. Die am Ende des Durchsteckbolzens angebrachten halbrunden Einkerbungen legen sich nach dem Einbau der Vorrichtung in die Bohrung der angeschmiedeten Lasche des Gegenbolzens und sichern



auf diese Weise beide Stücke gegen Lösen, ohne dafs eine besondere Sicherung durch Mutter oder Splint erforderlich wäre. Doch ist die Anbringung einer Splintsicherung leicht möglich. Der Einbau ist einfach und leicht auszuführen. Es müssen stets gleichzeitig die beiden Bolzen eines Federauges ein- oder ausgebaut werden. Ein besonderer Vorteil der Marianischen Federaufhängung, die in dieser Form nur für steifachsige Wagen verwendbar ist, liegt darin, dafs die Bewegung zwischen Federauge und Federbock nur in der Bohrung des Federbockes stattfindet. Die Abnutzung verteilt sich daher auf die ganze Länge des Bolzens, im Gegensatz zu der bisherigen Ausführung, bei der die Bewegungen der schmalen Federlaschen auf den Federbolzen zu starkem Verschlufs führen. Die neue Vorrichtung erfordert einen etwas geringeren Materialaufwand 3,36 kg statt 4,8 kg. Die Herstellung durch Schmieden im Gesenk ist einfach; die weitere Bearbeitung erstreckt sich nur auf das Bohren der Löcher.

Auch für Lenkachsen hat Mariani eine Federaufhängung angegeben die zwar etwas vielteiliger ist als die oben beschriebene, aber auch den Vorteil besitzt, dafs sich der Bolzen im Federauge dreht.

Bolzen und Laschen sind hier getrennt, die Bolzen greifen aber in die Laschen so ein, dafs sie gegen Drehung und Verschiebung gesichert sind.

Pfl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.
80. Jahrgang 15. Mai 1925 Heft 9

# Der neue Personenbahnhof in Stuttgart.

Von Oberbaurat **Martin Mayer**, Stuttgart.

Hierzu Taf. 15.

Im Herbst des Jahres 1922 wurde vom neuen Bahnhof Stuttgart die erste Hälfte des Personenhauptbahnhofs dem Verkehr übergeben, die zweite Hälfte konnte erst nach Wegräumen der alten Bahnanlagen ausgeführt werden und ist auch jetzt noch nicht abgeschlossen. Es wird, soweit die verfügbaren Mittel es erlauben, weiter gebaut, die Zeit des völligen Abschlusses ist heute nicht bestimmt vorherzusagen. Da aber der fertige Teil, insbesondere das nach dem Entwurf der Architekten Prof. Dr. Bonatz und Scholer erbaute Empfangsgebäude nach aufsen als das wichtigste Stück des ganzen Hauptbahnhofs erscheint und betrieblich alles wesentliche enthält, so ist eine Schilderung der Anlage in ihrem Werdegang heute schon am Platz.

Der alte Hauptbahnhof der Landeshauptstadt, dessen erster Teil aus den vierziger Jahren, dessen zweiter Teil mit der wohl bekannten, jetzt abgebrochenen schönen Eingangshalle aus den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts stammt, war längst als unzulänglich erkannt worden. Er war ein weit in die Stadtmitte vorgeschobener Kopfbahnhof mit acht auf Drehscheiben auslaufenden Gleisen, wovon nur vier an Bahnsteigen lagen. Obwohl Studien ergeben hatten, dafs ein Durchgangsbahnhof in mehr oder minder grofser Entfernung von der Stadtmitte nicht als technisch vollständig unmöglich bezeichnet werden konnte, so kam doch ernstlich nur wieder eine Kopflösung in Frage, die in dem engen Stuttgarter Tal um so mehr gegeben schien, als höchstens 5⁰/₀ der Stuttgart berührenden Reisenden wirklich durchfahren. Ausgiebig erörtert wurde damals mehr die Frage, ob die alte Lage des Empfangsgebäudes beibehalten werden konnte, oder ob der Bahnhof in freieres Gelände hinauszurücken sei. Gegen das Hinausrücken sprach, dafs die Linien unmittelbar hinter dem Bahnhof in erheblichem Gefäll auseinandergehen und dafs für den Abstellbahnhof die nötige ebene Fläche schwer zu gewinnen war. Für die schliefslich gewählte Lage, nicht ganz einen halben Kilometer talauswärts vom alten Bahnhof, sprach dagegen entscheidend ein damals günstiges Kaufangebot für das durch die Verlegung des Bahnhofs freiwerdende Bauland, das sonst in der beengten Stadt schwer aufzutreiben ist. Erst bei den durch die heutigen Zeitverhältnisse bedingten langen Personenzügen zeigt sich der Nachteil der zum Teil recht kurzen Bahnsteiggleise, von denen zur Zeit acht, in Bälde wohl zwölf und endgültig sechzehn zur Verfügung stehen. Dieser Zuwachs kommt hauptsächlich dem Vorortverkehr zugut und dieser spielt auch gerade hier im Hauptbahnhof als Berufsverkehr eine ganz ungewöhnlich grofse Rolle, da andere Bahnhöfe der Stadt nicht viel aufzunehmen vermögen.

Die für das Empfangsgebäude zur Verfügung stehende Breite war so beschränkt, dafs im ersten Plan nur 14 Personengleise Platz fanden. Durch Einschränken der Strafsenbreiten im anstofsenden Güterbahnhof und durch Verringerung der Bahnsteigbreiten, die ein auswärtiger Gutachter vorgeschlagen hatte, ist es gelungen, die zwei weiteren Gleise zu gewinnen. Es darf aber doch an dieser Stelle nicht verschwiegen werden, dafs die jetzt vorhandenen Breiten von 5 m für die Gepäckbahnsteige und 8,60 m für die Personenbahnsteige nicht ganz ausreichen. Wenn Abfahrt und Ankunft zeitlich auf den beiden Gleisen eines Bahnsteiges zusammentreffen, gibt es an den Treppen zum Personentunnel ein übermäfsiges Gedränge. Die Folge der geringen Breite der Gepäckbahnsteige ist, dafs die Gepäckaufzüge und Gepäckkarren in ihren Mafsen so beschränkt sind, dafs viel zu viele Fahrten zum Laden von Gepäck- und Exprefsgut notwendig werden.

Für die Gleishalle war sonach eine Breite von 160 m festgelegt. Die Länge wurde auf rund 200 m bestimmt. Während bei älteren Kopfbahnhöfen die Gleishalle bis an das Empfangsgebäude durchgeht, hat sich in neueren der Wert einer ausgesprochenen Kopfbahnsteighalle immer mehr erwiesen. In Leipzig ist sie noch in grofsen Öffnungen mit der Gleishalle verbunden und die Sperre deckt sich nicht mit einer in der Raumgestaltung gegebenen Abschlufslinie. Die hier angestrebte Weiterentwicklung ging nun dahin, den Kopfbahnsteig noch mehr als selbständigen Raum herauszuheben und die Bahnsteigsperre unmittelbar in dessen Öffnungen nach der Gleishalle hin zu verlegen. Daraus ergibt sich, dafs die Sperre nunmehr in einzelne, jedem Bahnsteig zugehörige Abschnitte zerfällt. Da immerhin noch ein gewisser Querverkehr zwischen den Bahnsteigen unmittelbar am Gleiskopf nötig ist, so ist vor den Prellböcken in der Gleishalle ein (räumlich nicht ausgesprochener) schmaler Quergang frei gelassen.

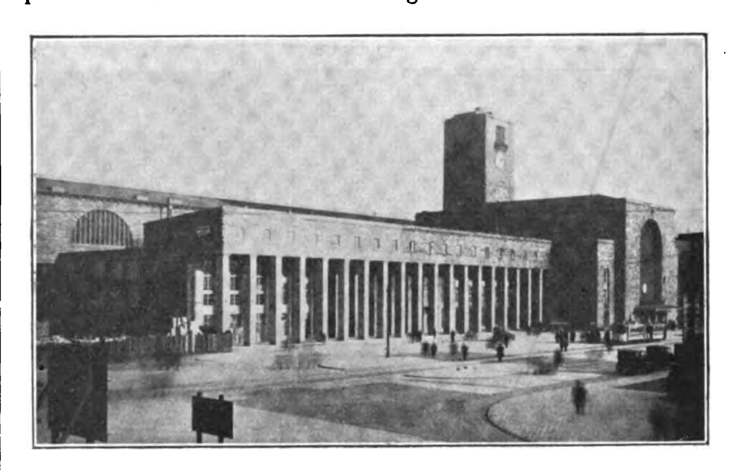


Abb. 1.
Empfangsgebäude Hauptbahnhof Stuttgart, über den Bahnhofvorplatz weg gesehen. Links im Bild fehlt noch die Vorortschalterhalle.

Am Kopfbahnsteig waren nun stadtseitig alle für die Reisenden bestimmten Räume zu einem geschlossenen Empfangsgebäude zusammenzufügen.

In Frankfurt a. M. sind sie um die Mitteleingangshalle, in Leipzig um zwei gleiche Eingangshallen geordnet. Die Voraussetzung für eine solche Symmetrie war hier nicht gegeben. Der Bahnhofsvorplatz liegt mit seiner tiefsten Stelle, da wo die Königstrafse einmündet, etwa $4^1/_2$ m unter der Gleishöhe. Quer zu der Richtung der Gleise steigt er langsam an, und zwar so hoch, dafs es am entgegengesetzten Ende des Kopfbahnsteigs möglich wird, ohne Treppen auf Gleishöhe zu kommen. Die untere Seite ist für den Verkehr weitaus die wichtigste. Die Königstrafse bringt wohl ebenso viel Reisende, als alle

andern einmündenden Strafsen zusammen, einschliefslich der beiden durch das Gelände des alten Bahnhofs neu durchzuführenden. Entsprechend dieser Lage des Schwerpunkts des Verkehrs ist daher die Haupteingangshalle nahe an die Königstrafse gerückt worden und es war möglich, einen die ganze Baumasse beherrschenden Turm in die Achse dieser Strafse zu

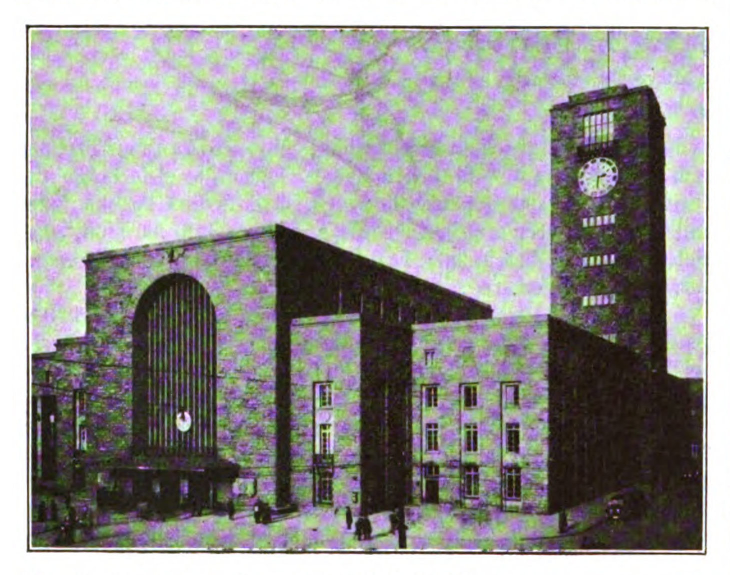


Abb. 2. Empfangsgebäude Haupthahnhof Stuttgart, von der Ecke der Königstrafse aus gesehen.

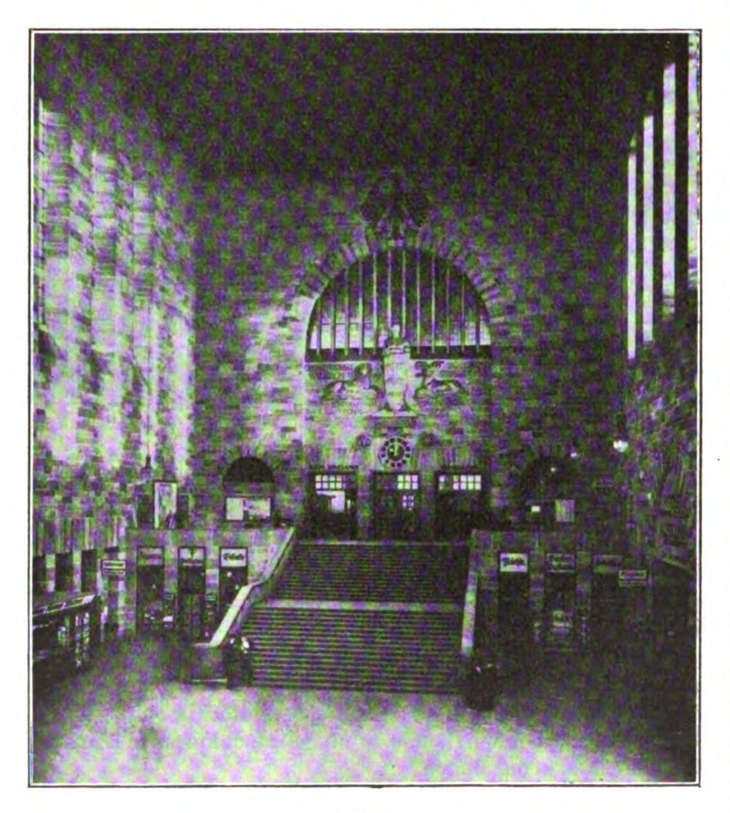


Abb. 3.
Empfangsgebäude Hauptbahnhof Stuttgart, Haupteingangshalle.

bringen, was ihrer Bedeutung als Hauptstrafse der Stadt auch durchaus entspricht.

Vom Bahnhofsvorplatz führen nun drei Durchgänge auf den Kopfbahnsteig, rechts die schon genannte Haupteingangshalle mit den Fahrkartenschaltern für den Fernverkehr, links eine kleinere mit Schaltern für den Vorortverkehr ausgestattete Halle und in der Mitte die Hauptausgangshalle, die nach aufsen nicht betont ist, um nicht als vermeintlicher Eingang die Reisenden in der Gegenrichtung anzuziehen. Zwischen den beiden Eigangshallen geht entlang der Hauptfront des Gebäudes ein breiter Arkadengang, mit den besonderen Eingängen für die zwischen Ausgangshalle und Eingangshalle gelegenen Gepäckräume. Der Höhenunterschied zwischen Bahnhofvorplatz und Gleisen erlaubt hier, wie auch anderwärts, dafs die Gepäckkarren bequem und ohne den Personenverkehr zu behindern, im Geschofs auf Strafsenhöhe innerhalb des Gebäudes bis zu den Gepäckaufzügen fahren können, mit denen sie unmittelbar auf die besonderen Gepäckbahnsteige gelangen.

Im Vorortverkehr wird im allgemeinen Gepäck nicht aufgegeben, die Vorortsschalterhalle konnte daher auf Gleishöhe hinaufgerückt werden. Die entsprechende Treppe liegt in einer strafsenseitig vorgesetzten Treppenhalle. Hierdurch wird erreicht, dafs diese Fahrkartenschalter ohne Treppensteigen auch von umsteigenden Reisenden oder von solchen benützt werden können, die den obengenannten treppenfreien Weg am Ende des Kopfbahnsteigs als Eingang benutzen wollen. Zwischen den drei genannten Hallen war nun der Platz für die Bahnhofwirtschaft und die Wartesäle. Ganz wie in Leipzig blieben diese Räume ohne Zugang von der Stadtseite, nur vom Kopfbahnsteig aus erreichbar, eine Lösung, die seiner Zeit in Frankfurt a. M. noch nicht gewagt wurde, weil man glaubte, den Kopfbahnsteig vom Längsverkehr frei halten zu müssen. Auch die Handgepäckaufbewahrung ist am Kopfbahnsteig, nicht wie üblich in der Eingangshalle angeordnet; dadurch wird ankommenden Reisenden, die Eile haben, erspart, Treppen mit Gepäcklast hinabzusteigen. Aborte für Reisende liegen sowohl unten als oben.

Die schwierige Aufgabe des Architekten war nun, die vielerlei ihrer Lage nach hier gegebenen Bedürfnisse in eine schöne architektonische Ordnung zu bringen. Er hat dies dadurch erreicht, dafs er jedem Bahnsteig genau gegenüberliegend je einen grofsen Raum (Wartesaal) und dazwischen entsprechend den Hallenbindern jeweils zwei kleine Räume, einen am Vorplatz, den andern am Kopfbahnsteig, durch einen Lichthof getrennt angeordnet hat. Nur die Eingangshalle hat die doppelte Breite der grofsen Räume und ihre Achse trifft auf einen Gepäckbahnsteig. Die Fahrkartenräume sind, um den Raumeindruck der Halle ungestört zu erhalten, nicht vorgebaut, sondern unter die hohe Hallenwand hineingeschoben. Der nach der Halle geöffnete Gepäckgang hat eine etwas überhöhte Decke, wodurch sich die auch in Hamburg und Leipzig Hbf. beliebten Emporen in den Bahnhofswirtschaftsälen bilden. Zu erwähnen ist noch die für das Publikum bequeme Vereinigung der amtlichen Auskunftstelle, eines privaten Verkehrsbüros, einer Wechselbank und der Post an einer seitlich der Eingangshalle gelegenen besonderen Schalterhalle. Für die Zollbehandlung von Gepäck, das die Grenze bei Nacht überschreitet, ist neben der Ausgangshalle ein (vorläufig jedoch vermietetes) Gelafs vorgesehen.

Über dem Handgepäckraum, für den keine grofse Höhe nötig ist, liegt ein geräumiger Saal, der für Vorträge und als Nachtwartesaal für besondere Fälle (Kinder in grofser Zahl auf Ferienreisen oder dergl.) benutzt werden kann. In einem über den Arkaden aufgesetzten obersten Geschofs liegen mehrere Wohnungen. So erwünscht solche Wohnungen sein mögen, war es auch hier wie in ähnlichen Grundrissen schwierig, eine angemessene Gröfse der Wohnungen mit der durch die übrigen Räume gegebenen Entfernung der Treppenhäuser einigermafsen in Einklang zu bringen. Es steht deshalb zur Erwägung, in dem noch zu bauenden Eckstück, das sich an die Vorortschalterhalle nach Nordwesten ansetzt, ein mäfsig grofses Hotel einzurichten, zumal ein dringender Bedarf für gerade im Bahnhof selbst gelegene Diensträume zur Zeit nicht besteht, dagegen

in dem ganzen durch die Verlegung des Bahnhofs freigewordenen Gelände noch kein Hotelneubau entstanden ist.

Es galt nun noch, einige dem Raumbedarf nach geringe Bedürfnisse zu befriedigen, wofür eine Lage sowohl vor als hinter der Sperre erwünscht war. Es wurden zu diesem Zwecke in die Wand des Kopfbahnsteigs gegen die Gleishallen zwischen den Sperredurchgängen vor den Gleishallesäulen neun kleine zweistöckige Bauwerke eingefügt, die für Polizei, Fahrkartennachlösung, Zolldienst, Bahnhofsmission, erste ärztliche Hilfe, Post, Hotelzimmerbestellung, Schenke des Bahnhofwirts und andere nützliche Zwecke Verwendung finden. Für den übrigen Stationsdienst, dessen Lage für die Reisenden keine

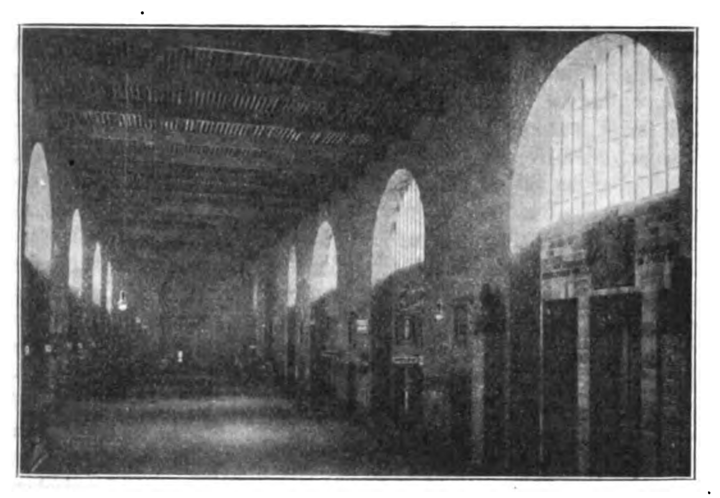


Abb. 4. Kopfbahnsteighalle; links Gleise, rechts Zugänge zur Wirtschaft und zu den Wartesälen.




Abb. 5.
Kopfbahnsteig, Durchgang nach der Gleishalle, Sperre mit vier ffnungen, Anzeigtafeln der abgehenden Züge mit den Gleisnummern.

Rolle spielt, ist auf der Südostseite der Gleishallen ein langer Flügel angebaut worden; seine Gliederung ergab sich daraus, dafs drei Tunnel auf Strafsenhöhe ausmünden. Der Weg für das Gepäck mit seinen Aufzügen ist oben schon erwähnt. Der erste Tunnel mit einer zweiten Reihe von Aufzügen dient für die Post, es sind ihm daher auf der Strafsenhöhe einige Gelasse für die Post vorgelagert. Der zweite durch Treppen mit den Personenbahnsteigen verbundene Tunnel ist als Verkehrstunnel bezeichnet und dient u. a. zum Umsteigen für Reisende, hauptsächlich aber als Zugang für die Zugbeamten, die ihren Dienst in der vorgelegten Stationshalle antreten. Der dritte, durch Aufzüge mit den Gleisen verbundene Tunnel dient dem Exprefsgutverkehr, der nach einer Zeit starker Einschränkung wieder annähernd die alte Stärke erreicht hat. Die vorgelagerten Räume können bei später steigendem Bedarf für den Annahme- und Ausgabedienst noch erheblich auf Kosten der Nachbarräume weiter ausgedehnt werden. Was sonst hier auf der Strafsenhöhe gelegen ist, spielt für den Bahnhofgrundrifs eine nur untergeordnete Rolle. Ähnlich sind am Bahnhofvorplatz noch Räume vorhanden, die ihrer günstigen Lage wegen für Geschäftszwecke so lange vermietet werden, bis sie für Verkehrsdienst etwa notwendig werden. Im Geschofs auf Bahnsteighöhe liegen im Flügel an der Ludwigsburgerstrafse die Stationsdienst- und Aufenthaltsräume, die zum Teil auch noch in das nächste Geschofs durchgehen. Darüber liegen noch einige Wohnungen.

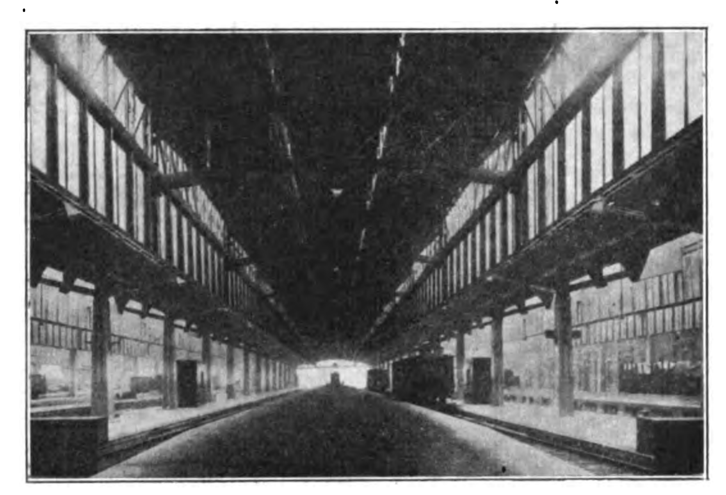


Abb. 6.
Gleishallen; Blick nach aufsen.

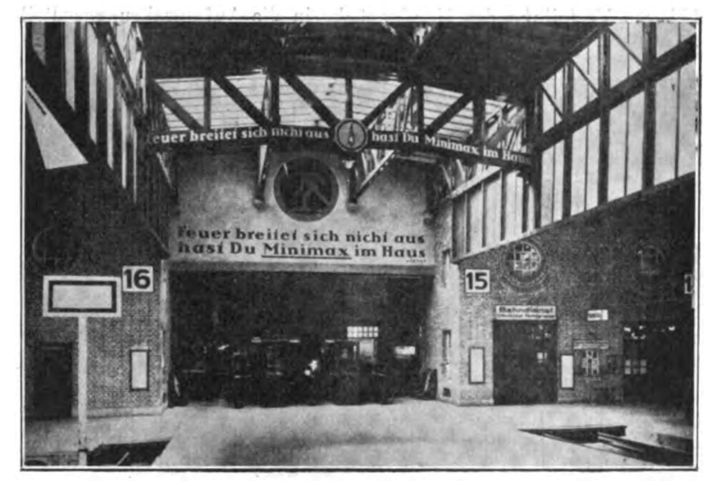



Abb. 7. Gleishallen; Blick gegen die Sperre.

Die Eingangshalle (Abb. 3) ist mit 12 m Breite, 46 m Länge, 24 m Höhe der bedeutendste Raum und zeigt mit seinen schlichten von weifs in gelb spielenden Sandsteinwänden eine durch kein Reklameplakat getrübte, überwältigende Wirkung. Der einzige bildnerische Schmuck, eine Wappengruppe, ziert die Wand über der Treppe zur Kopfbahnsteighalle. Diese mifst 167 m Länge, 20 m Breite und 17 m Höhe; ihre Wände sind hauptsächlich aus Backstein gebildet und in tiefe, bogenüberdeckte, dem Bahnsteig entsprechende Nischen gegliedert. Beim Entwurf hatten die Architekten des Neubaus auch hier mit Reklame nicht gerechnet. Als sie später aus wirtschaftlichen Gründen zugelassen werden mufste, ist es trotz Mitwirkung der Architekten nicht durchweg gelungen, einen befriedigenden Eindruck in allen Teilen zu erreichen. Dazu trägt jedoch auch das Vielerlei an Bedürfnissen des Dienstes und der Öffentlichkeit bei, das

sich auf dem Kopfbahnsteig zusammendrängt. Der einzige Schmuck seiner Wände ist zur Betonung des Tors der Ausgangshalle aufgestellt und besteht aus den Bildwerken des Königstors, das mit der Eröffnung des Bahnhofs auf dem Platz davor abgerissen werden mufste (Abb. 4).

Die Räume des Empfangsgebäudes sind auch im übrigen sehr schlicht ausgestattet; in den Wartesälen sind einige Bilder, teilweise als Reklame für Ausflugsorte, unmittelbar auf die Wände gemalt. Besonders sorgfältig durchgebildet sind die Räume, die in dem am unteren Ende des Kopfbahnsteigs sich erhebenden Turm übereinander angeordnet sind. Nachdem

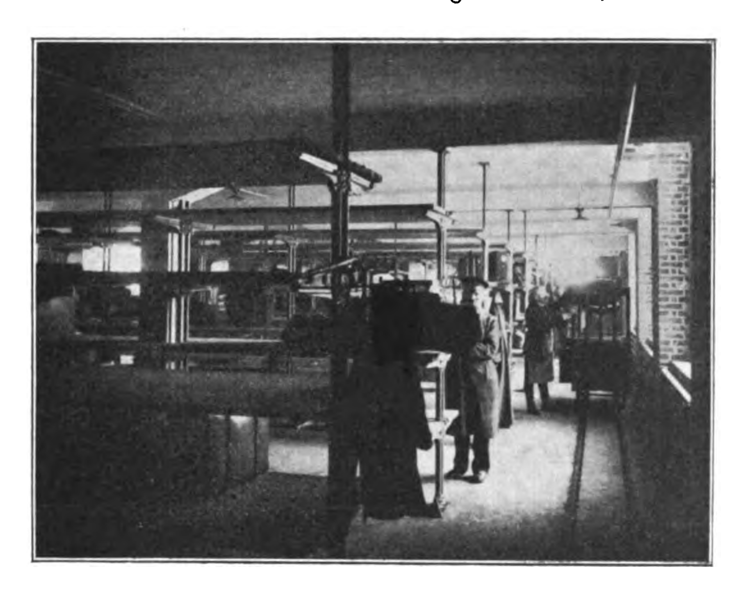


Abb. 8. Verteilung des Handgepäcks in die Aufbewahrungsgestelle.




Abb. 9. Handgepäckausgabe.

das Bedürfnis zu einem besonderen Wartesaal für den königlichen Hof weggefallen war, mufste der auf Bahnsteighöhe gelegene Raum als Raucherwartesaal hergegeben werden, da die grofsen Wartesäle des II. Bauabschnitts noch fehlen. Später soll der Raum nur bei besonderen Gelegenheiten als Empfangsraum für Kongresse oder dergleichen geöffnet werden. Die Räume darunter und darüber im Turm wurden zusammen für einen der Bahnhofwirtschaft angegliederten, aber aus Privatmitteln ausgestatteten Gastbetrieb verpachtet. Auf Strafsenhöhe befindet sich mit einem besonderen Vordach versehen die Kleiderablage, ein Stockwerk über dem genannten Wartesaal ein Sitzungssaal, darüber folgen drei Stockwerke, die mit einer im weiten Ring durchbrochenen Decke zu einem Kaffeehause vereinigt sind. Es folgt ein Küchengeschofs, ein Zwischengeschofs, das die Uhr enthält und zuletzt mit grofsen Fenstern ein Speisesaal, der schon eine prächtige Aussicht über die Stadt gewährt. Noch besser ist diese Aussicht zu geniefsen von der abschliessenden Plattform; in zwei Ecken des quadratischen Turmgrundrisses gehen Wendeltreppen hoch, in den beiden andern grofse Personenaufzüge, so dafs auch starker Verkehr bewältigt werden kann. Diese Ecken lassen einen kreuzförmigen Grundrifs übrig, der in jedem Stockwerk in andrer Weise mit Gewölben, Säulen und Kasettendecken zu einer besonders gelungenen Raumwirkung gestaltet ist.

Die Ausbildung der Gleishallen hat ihre eigene Geschichte. Zur Zeit des Baubeginns dachte niemand, dafs es einst an Eisen für ebenso stattliche Hallen, wie sie anderswo gebaut wurden, fehlen könne. Jede Halle sollte bei 40 m Spannweite zwei Bahnsteige mit je zwei Gleisen zusammenfassen. Als es endlich nach dem Krieg zur Aufstellung der Hallen kommen sollte, war ein grofser Teil des Eisens zwar schon gekauft, der Aufwand für das fehlende aber so grofs und der Bedarf der Eisenbahn im übrigen für andere Bauten so dringend, dafs es ratsam schien, den vorhandenen Stoff anderweitig zu verbauen und die Hallen in Holz auszuführen. Aufser fremden Erfahrungen sprachen auch die eigenen mit einer weit gespannten Holzhalle des Postbahnhofs Stuttgart für diesen Schritt. Auch für Holz wurden zunächst eine Reihe verschiedenartiger Lösungen durchkonstruiert; Hallen von gleichfalls 40 m Spannweite hätten auf dem, wie oben erwähnt, ohnehin zu schmalen Gepäckbahnsteigen zu breite Binderfüfse erfordert, und so entschlofs man sich, die Hallen zu halbieren und je eine neue Pfeilerreihe zwischen die alten Fundamente hinabzugründen. Bis zur Höhe von 5 m sind nun Eisenbetonpfeiler aufgeführt, die gegen die Stöfse der Karren durch Blechmäntel geschützt sind. Darüber lagern sich, knapp dem Profil des lichten Raumes angepafst, annähernd horizontal durchgehende Fachwerksbinder (Abb. 6). Über jedem Gleis ist ein Schlitz für den Rauchabzug offen gelassen. Die Binder an dieser Stelle sind gegen Wetter und Rauch besonders verwahrt. Die Dachhaut ist auf gleichfalls fachwerkförmigen Pfetten aus Holzschalung und Pappe gebildet, nur das unmittelbar an der Sperre gelegene Feld hat für die Belichtung der hier eingebauten Buden liegende Oberlichte erhalten (Abb. 7). Alles übrige Licht erhalten die Bahnsteige durch senkrecht an den Pfetten aufgehängte Glaswände (»Schürzen«), die die genannten Rauchschlitze begrenzen. Der in der Hauptsache flache Lichteinfall kommt dem Innern der Personenwagen zugute, die in vielen von oben belichteten Hallen dunkel bleiben. Die grofsen Gleishallen älterer Bahnhöfe waren im Grunde genommen doch vielfach nur Schauräume, deren Schönheit am meisten in die Erscheinung trat, solange sie nicht durch Bahnzüge verstellt, d. h. unbenützt waren. Wer sich damit abfinden kann, dafs jeder Bahnsteig für sich einen abgeschlossenen Gang zu den rechts und links stehenden Zügen zu bilden hat, wird die hier ausgeführte Hallenform, trotz des gedrückten Raumeindrucks im ganzen, als Erfolg anerkennen, zumal der Rauch fast vollkommen abgeführt ist. Besonders der ankommende Reisende hat dabei einen um so gröfseren Eindruck von dem hoch hinaufgeführten Kopfbahnsteig.

Für die Bahnsteigsperre ist die zwischen den eingebauten Buden verfügbare Breite nicht sehr reichlich. Sie reicht trotzdem gut aus, da nicht bestimmte Durchgänge stets als »Eingang« und andere stets als »Ausgang« bezeichnet sind, sondern nach Bedarf jede Öffnung durch eine auffällige veränderliche Anschrift ihre Bestimmung »Ausgang« »Kein Ausgang«, »Eingang« »Kein Eingang« erhält. Der Schaffner kann, ohne die Wanne zu verlassen, nach Mafs des Andrangs der einen oder andern Seite die Umstellung vornehmen, so dafs die Bedienung gleichmäfsig ausgenützt werden kann (Abb. 5).

Zur Anzeige der Richtung abgehender Züge sind im Kopfbahnsteig entsprechend jedem einzelnen Gleis Schiebetafeln für mehrere Stationen zugleich angebracht, da die sonst üblichen Galgenapparate hier nicht genügend Tageslicht erhalten hätten und die mechanischen Einrichtungen mit Rollen, Walzen oder dergleichen keine genügend grofsen Schriftfelder haben. Auch für die Reisenden werden nicht die Bahnsteige numeriert und die Aufstellung der Züge mit rechts und links unterschieden; vielmehr sind die Gleisnummern durchgehend angeschrieben und auch im Fahrplan zu finden, was sich gut bewährt hat.

Eine neue Einrichtung ist zur Ankündigung von Verspätungen getroffen. Im Obergeschofs der für den Bahndienst bestimmten Bude an der Sperre ist, nach der Mitte der Eingangshalle schauend, eine grofse Mattscheibe angebracht und auf diese wird mit Lichtbildapparat der zu meldende Schriftsatz geworfen. Eine rote Flackerlampe darunter erregt beim Eintritt in den Kopfbahnsteig die Aufmerksamkeit auf diese durch Tageslicht nicht stark erhellte Stelle. Der Text wird mit schwarzer Tusche auf mit Gelatine begossene, 9/12 cm grofse Glasplättchen aufgeschrieben und kann sofort in den Lichtbildapparat eingesetzt werden. Da es sich aufser Verspätunge nauch um Ankündigung von Änderungen in bezug auf das Abfahrgleis, um Sonderzüge und Unvorhergesehenes handelt, ist die freie Wahl der Anschrift zweckmäfsiger als ein Zusammensetzen aus vorrätigem Satz. (In Abb. 5 links sichtbar.)

Von allen andern Abrufeinrichtungen ist in Übereinstimmung mit der allgemeinen Entwicklung abgesehen. Die ankommenden Züge sind an den Sperrewannen in niedriger hängender, kleinerer Schrift angezeigt, um mit den grofsen Anschriften für Abgang keine Verwechslung hervorzurufen. Da die Befriedigung aller Wünsche in bezug auf Anschriften leicht zu einem Übermafs führt, das den Reisenden schliefslich eher ablenkt, als leitet, so ist hier wie bei allen andern Anschriften neben gutem Deutsch streng auf Kürze gehalten.

Nach eingehender Überlegung ist der Handgepäckraum, für den am Kopfbahnsteig nur eine schmale Front mit drei Öffnungen zur Verfügung stand, in folgender Weise seit kurzem neuartig geordnet: zwei Öffnungen dienen unmittelbar zur Annahme, die dritte ist nur Durchgang zur Ausgabe. Die Ausgabe geschieht an einem langen quer zum Kopfbahnsteig in die Tiefe gehenden Gepäcktisch, wobei sich der Reisende nach Weisung der Schlufsziffer der Gepäckscheinnummer an der Fachgestellgasse aufstellen mufs, die sein Gepäckstück enthält (Abb. 9). Von der andern Langseite des Raums wird das Gepäck mit Hilfe kleiner auf Schienen laufender Wagen von der Annahme aus in die Gestelle hinein verteilt (Abb. 8). Dabei soll das schon länger liegende zur Ausgabebank vorgeschoben, das neue von hinten nachgerückt werden. Es wird nicht daran gezweifelt, dafs sich die ganze Einrichtung auch zur Zeit starken Reiseverkehrs bewähren wird.

Die beiden Grundrisse auf Taf. 15 stellen den mit Vollendung des Abschnitts II des Empfangsgebäudes erreichten Zustand dar; zur Zeit ist der Kopfbahnsteig nahezu vollendet, die Gleise 9 bis 16 sind im Betrieb, 5 bis 8 in Bälde fertig, 1 bis 4 im Bau vorbereitet. Vom Empfangsgebäude fehlen noch die Vorortschalterhalle und die rechts und links anstofsenden Raumgruppen. Ebenso ist der obere Bahnhofvorplatz erst im Werden; die Güterschuppenanlage mit Verwaltungsgebäude und Heizwerk werden nächsten Sommer fertig sein. Nach Abschlufs der Gesamtanlage werden wir auf das Ganze zurückkommen, insbesondere auch auf den bahnbaulichen Teil, den Abstell- und Lokomotivbahnhof, näher eingehen.

---

## Drei Jahrzehnte österreichischen Eisenbahnfahrzeugbaues.

Von Ing. **J. Rihosek**, Wien.

(Fortsetzung von S. 163; Schlufs).

### B. Wagenbau.

Sowohl im Personenwagen- als auch im Güterwagenbau sind in den letzten 30 Jahren wesentliche Fortschritte zu verzeichnen. Die im Jahre 1901 beendete Normalisierung vieler Einzelteile der Personen- und Güterwagen vereinheitlichte und verbilligte die Ausführung dieser Wagen für alle Bahnen Österreichs. Den erhöhten Anforderungen des Verkehrs und der gröfseren Inanspruchnahme der Güterwagen auf neuzeitlichen Abrollbahnhöfen Rechnung tragend, folgte 1916 eine Verstärkung der Untergestelle und der damit zusammenhängenden Teile. Leitender Grundgedanke war dabei jedoch immer, bei Güterwagen das Leergewicht im Verhältnis zur Tragfähigkeit möglichst klein zu halten. Auch die Wagen der Wiener Stadtbahn sind nach diesen Richtlinien erbaut, um auf den viele Steigungen aufweisenden Linien dieser Bahn die Zuggewichte so klein wie möglich zu halten. Hofrat Schützenhofer und Oberbaurat v. Przychocki leisteten hierin vorbildliche Arbeit. Die Bauart der Wagen der Wiener Stadtbahn wurde ihrer vielen Vorteile wegen auch von der damaligen Staatseisenbahn-Gesellschaft und der Südbahn für ihre Lokalstrecken übernommen, wobei die verlängerte Bauart der letzteren Bahn den schönsten österreichischen Lokalzugswagen vorstellt.

Die erhöhten Anforderungen an Bequemlichkeit und Ausstattung der Wagen führte zur weiteren Ausgestaltung der zwei- und vierachsigen Wagen. Von letzteren zeichnen sich die unter Gölsdorf gebauten vierachsigen Wagen durch besonders geschmackvolle äufsere und innere Formgebung und Ausstattung aus. Da jedoch das für einen Sitzplatz entfallende Leergewicht solcher Wagen immer ungünstiger wird, so wurde der zweiachsige Wagen für den Inland-Schnellzugverkehr so ausgebildet, dafs er im Laufe den vierachsigen Wagen nicht viel nachsteht. Zwei Bauarten sind in dieser Richtung bemerkenswert und zwar der von Ringhoffer für die Buschtehrader Bahn gelieferte zweiachsige Schnellzugwagen mit 9250 mm Radstand und einem auf dem Untergestell besonders abgefedert sitzenden Wagenkasten und der vom damaligen Oberbaurat im Eisenbahnministerium Rybak konstruierte Inland-Schnellzugwagen von 9400 m Radstand, dessen Achsen in Gestellen mit doppelter Abfederung liegen (Abb. 10).

Auch die anderen Bauarten der Personenwagen und auch Dienstwagen erhielten im Laufe der Zeit zur Verbesserung ihrer Gangart vergröfserte Radstände bis 8 m und die die Ruhe des Ganges günstig beeinflussende Federaufhängung nach Rybak. Ebenso wurden Länge, Höhe und Breite des Wagenkastens vergröfsert. Vierachsige Post- und Dienstwagen, auch miteinander vereinigt, wurden für den Fernschnellzugverkehr die Regel. Die Postwagen erfuhren besonders durch die Simmeringer Maschinenfabrik eine neuzeitliche Ausgestaltung.

Den neuzeitlichen Fortschritten und Errungenschaften im Wagenbau entsprechend, wurden zahlreiche Salonwagen, darunter einzelne in gediegenster Ausstattung gebaut. Besonders zu erwähnen sind der sechsachsige Salonwagen für den Kaiser, die Salonwagen für die Erzherzöge Franz Ferdinand und Karl, sämtliche von Ringhoffer geliefert, und der Salonwagen für den Eisenbahnminister, von der Nesselsdorfer-Waggonfabrik nach amerikanischen Vorbildern besonders sorgfältig ausgebildet. Während des Krieges mufste der Hofzug durch besondere Wagen für Automobile und einen Post- und Telegraphenwagen ergänzt werden.

Der Mangel an Krankenwagen veranlaſste die Staatseisenbahnverwaltung im Jahre 1911 Krankenwagen bauen zu lassen und zwar einen vierachsigen I. Klasse (Abb. 11), vier zweiachsige Krankenwagen II. Klasse und sechs Personenwagen III. Klasse mit Krankenabteil. Bei dem Entwurfe hatte man sich von dem Grundgedanken leiten lassen, die hygienischen Anforderungen an die erste Stelle zu setzen, jedoch auch die Bequemlichkeit und Annehmlichkeit des Reisens dem kranken Fahrgast nicht zu schmälern. Um die treffliche Ausgestaltung dieser bei Ringhoffer in Smichow gebauten Wagen hat sich Hofrat v. Garlik-Ossoppe groſse Verdienste erworben.

Abb. 10. Zweiachsiger Personenwagen.

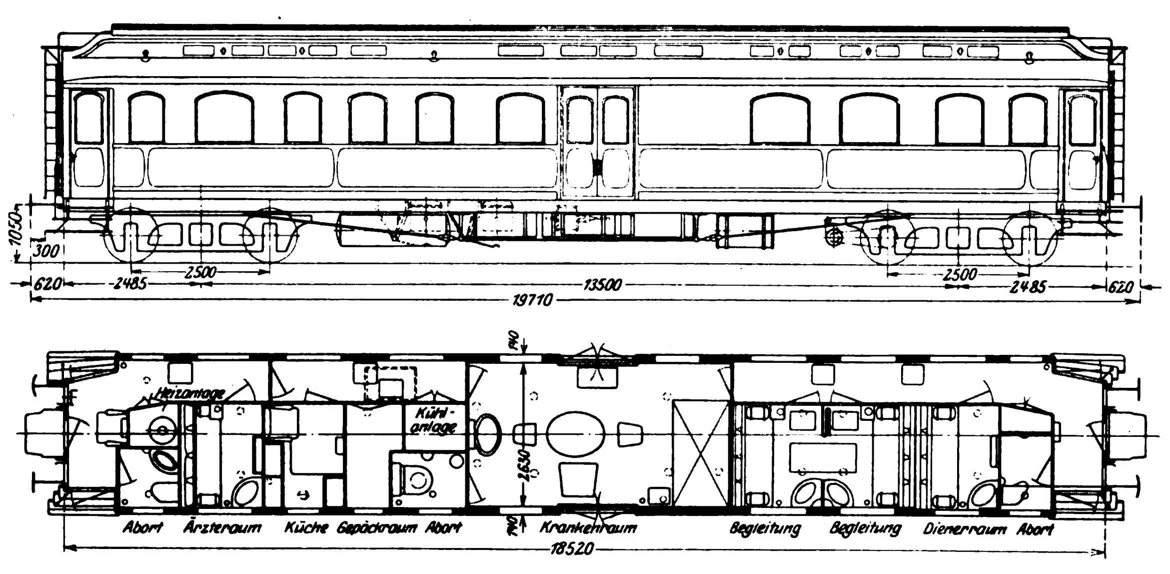



Abb. 11. Vierachsiger Krankenwagen I. Klasse.

Nach besonderen Studien Garliks wurden auch die Rettungswagen, die Kühlwagen für Fleisch- und Milchbeförderung, die Wagen für Borstenvieh und Pferde für ihre Zwecke verbessert. Auch wurden Kohlenwagen mit Stirnklappen für Entladung auf Stirnkippern, 20 tonnige Erzwagen mit Bodenentleerung und Kohlenwagen für Selbstentladung gebaut. Für die im Jahre 1909 zur Einführung gelangte Heizölfeuerung auf den galizischen und Tunnelstrecken der Alpenbahnen wurden für die Zuführung des Heizöls groſse dreiachsige Kesselwagen für 28 cbm Inhalt angeschafft. Auch der Bau von Kesselwagen durch Private wurde durch die aufstrebende galizische Rohölindustrie beeinfluſst.

Um sich von dem Bezug verschiedener für den Wagenbau notwendiger Hölzer vom Ausland unabhängig zu machen, sowie im Interesse der wirtschaftlichen Instandhaltung der Wagen wurden ab 1916 die Kastengerippe der gedeckten Güterwagen aus Eisen ausgeführt. Da anderweitig auch Personenwagen aus Eisen hergestellt werden, wurde 1923 ein vierachsiger Personenwagen II. und III. Klasse mit eisernem Kastengerippe versuchsweise bei der Grazer Waggon- und Maschinenfabrik A.-G. in Bestellung gebracht (Abb. 12). Durch die Anwendung von Profileisen für das Kastengerippe wird das Gewicht des Wagens gegenüber jenem aus Holz geringer.

Zur besseren Ausnützung einzelner Wagenbauarten, wurde die Tragfähigkeit erhöht, so bei gedeckten Güterwagen auf 16,6 t, bei Bretterwagen auf 18 t. Auch für 760 mm Schmalspurwagen wurden Wagen mit auf 8 und 10 t erhöhtem Ladegewicht, erstere zweiachsig, letztere dreiachsig, eingestellt. Vierachsige Schmalspurwagen kamen wegen ihrer gröſseren Standfestigkeit gegen Stürme insbesondere in Istrien und Dalmatien in Verwendung.

Zu erwähnen sind die Versuche, Kohlenwagen aus Eisenbeton herzustellen.

Als besondere Bauarten von Güterwagen sind zu nennen: Vierachsige Niederbordwagen für 30 t Ladegewicht, Geschütztransportwagen mit 8 und 16 Achsen und sechsachsige Tiefgangwagen für groſse, sonst ins Profil reichende Maschinenteile, Kessel und Schmalspurfahrzeuge. Um auf der seinerzeitigen Nordbahn bei leeren und teilweise beladenen Güterzügen einen Bremser zu ersparen wurden Dienstwagen mit guſseisernen Ballastblöcken, im Gesamtgewichte von 17 t, eingestellt. Da es auf den Gebirgsstrecken, so beispielsweise auf der Arlbergstrecke oft an der genügenden Anzahl von Bremswagen fehlt, so werden für diesen Gebirgsdienst eigene Bremswagen mit Wasserballast gebaut die leer bergwärts, mit Wasser gefüllt talwärts in die Züge eingestellt werden, bei welchen die vorgeschriebene Bremsenzahl nicht vorhanden ist.

Für die Beheizung langer Personenzüge in Galizien muſsten Heizkesselwagen in verbesserter Form beschafft werden, in letzter Zeit auch für die mit Dampf zu beheizenden Züge auf der elektrisierten Arlbergstrecke.

Der Krieg brachte mannigfache, ganz neue Anforderungen an die Ausstattung von Wagen und ganzen Zügen. So wurden für die Beförderung von Verwundeten Züge aus Stadtbahnwagen zusammengestellt, welche mit breiten Öffnungen in den Seitenwänden für das Einbringen von Verwundeten mittels Tragbahren usw. versehen wurden. Besonderes Interesse bieten die Bade- und Desinfektionszüge. Diese muſsten zu Beginn des Jahres 1915 innerhalb weniger Wochen ausgerüstet und sofort in Dienst gestellt werden, was durch das verständnisvolle

Zusammenarbeiten aller Faktoren möglich war. Diese Bade- und Desinfektionszüge bestanden aus einer 2 B Schnellzuglokomotive Reihe 4, welche Dampf für die drei folgenden Wagen für die Beheizung und für den ersten als Dampfdesinfektionswagen eingerichteten früheren Kühlwagen lieferte. Der zweite Wagen war ebenfalls ein ehemaliger Kühlwagen, jedoch für Schwefeldesinfektion eingerichtet. Der dritte, ein Personenwagen, war für den Zugkommandanten und die Bedienungsmannschaft mit Betten und Schreibtisch eingerichtet. Die folgenden drei Güterwagen waren zur Aufnahme von Kleidung und Wäsche bestimmt. Der nächste aus fünf Wagen bestehende Zugteil diente für Badezwecke. Der mittlere Dienstwagen enthielt den Auskleideraum, von wo die Badenden die anschliefsenden Badewagen, zwei ausgeräumte vierachsige 3. Klasse-Wagen, betraten. Hieran schlossen sich die Ankleidewagen, dreiachsige Dienstwagen, wo die aus dem Badewagen tretenden Mannschaften frische Wäsche und Kleidung vorfanden. Die folgende Lokomotive, eine 2 B 1 Vierzylinder-Verbundschnellzuglokomotive, war mit einer Worthington-Pumpe ausgerüstet, mit welcher sie Wasser aus den zwei vor ihr stehenden dreiachsigen Kesselwagen mit zusammen 50 cbm Inhalt in die auf den Dächern der Wagen gestellten Wasserbehälter pumpte. Ferner lieferte diese Lokomotive Dampf für das Beheizen des Badezugteiles und für das Anwärmen des Bade- und Vorratwassers. Um die rasche und zweckentsprechende Einrichtung dieser Züge machten sich Hofrat Ing. von Garlik, die Firma Kurz & Rietschel-Henneberg und die Wagenwerkstätte Floridsdorf verdient. — Sehr interessante Einrichtungen hatte auch der »Infektions«zug, Stiftung Erzherzogin Maria Theresia, der den Zweck hatte, mit ansteckenden Krankheiten behaftete Krieger aufzunehmen.

Noch vielerlei andere Züge, wie ein Druckereizug, Werkstättenzüge, Wäschezüge, Panzerzüge usw. kamen zur Ausführung und Verwendung.

Hier zeigte es sich deutlich, was zielbewufst schaffende Ingenieure, frei von beengenden Hemmungen, leisten können, wenn sie vor neue Anforderungen gestellt werden.

Ein von der Stelle für Konstruktion der Lokomotiven ausgehender Vorschlag, die Schulung des Personals der auswärtigen maschinentechnischen Dienststellen auf eine andere Grundlage, durch Einführung eines Schulwagens nach amerikanischem Muster, zu stellen, fand allgemeine Billigung, doch scheiterte die Ausführung dieses Gedankens an verwaltungstechnischen Bedenken.

### C. Besondere Einrichtungen an Lokomotiven und Wagen.

Die rasche Entwicklung des Schnell- und Personenzugverkehrs wäre nicht möglich gewesen, wenn nicht die durchgehende Bremsung dieser Züge eingeführt worden wäre. Eine gute verläfsliche Bremse ist das wichtigste und wirksamste Mittel für die Betriebssicherheit.

Die Österreichischen Eisenbahnen haben als durchgehende Bremse bei Personenzügen die nicht selbsttätige Vakuumbremse, Bauart Hardy, eingeführt, die damals auch bei einer sehr grofsen Zahl von Bahnen, wie z. B. Gotthardbahn, französische Nordbahn, der italienischen adriatischen Bahn, Berliner Stadtbahn usw. Anwendung fand. Doch als die Erhöhung der Geschwindigkeit der Züge eine rascher wirkende Bremse erforderte und die Forderung nach erhöhter Betriebssicherheit eine selbsttätige Bremse verlangte, sah sich die österreichische Staatseisenbahnverwaltung vor die Frage gestellt, ob sie die Vakuumbremse verlassen und die bei ihren Nachbarbahnen eingeführte Einkammer-Westinghouse-Druckluftbremse annehmen solle. Nach gründlichen Studien und Erprobungen der drei Bremsbauarten, der Westinghouse-Schnellbremse mit einfacher und doppelter Leitung (Henry) der Schleifer-Bremse und der selbsttätigen Vakuum-Schnellbremse von Hardy, sowohl im Dauerbetrieb als auch im Jahre 1901 bei Versuchen auf der Arlbergstrecke, fiel die Entscheidung schliefslich nach einem eingehenden Bericht des damaligen Baurates F. Kienesperger zu Gunsten der Vakuumbremse aus, weil diese Bremse für die österreichischen Gebirgsstrecken durch ihre Eigenschaft der feinen Regelbarkeit der Bremskraft nach oben und unten die beste Sicherheit bot, während den Einkammer-Druckluftbremsen, mit einer Leitung, die Regelbarkeit der Bremskraft nach unten vollkommen mangelt und die Möglichkeit des Erschöpfens der Bremse bei langen Gefällfahrten im Wesen der Bauart begründet ist. Entscheidend für diesen Entschlufs war auch das Eintreten des seinerzeitigen Zugförderungschefs der österreichischen Staatsbahnen und späteren Ministers K. Marek für die Vakuumbremse. Diese Entscheidung, die auch für die österreichischen Privatbahnen bindend wurde, löste von der Druckluft-Gegenseite einen Sturm von Angriffen gegen die Staatseisenbahnverwaltung und die österreichische Bremsfirma aus, der sich in Verfassung und Versendung von zahlreichen Broschüren Luft machte.

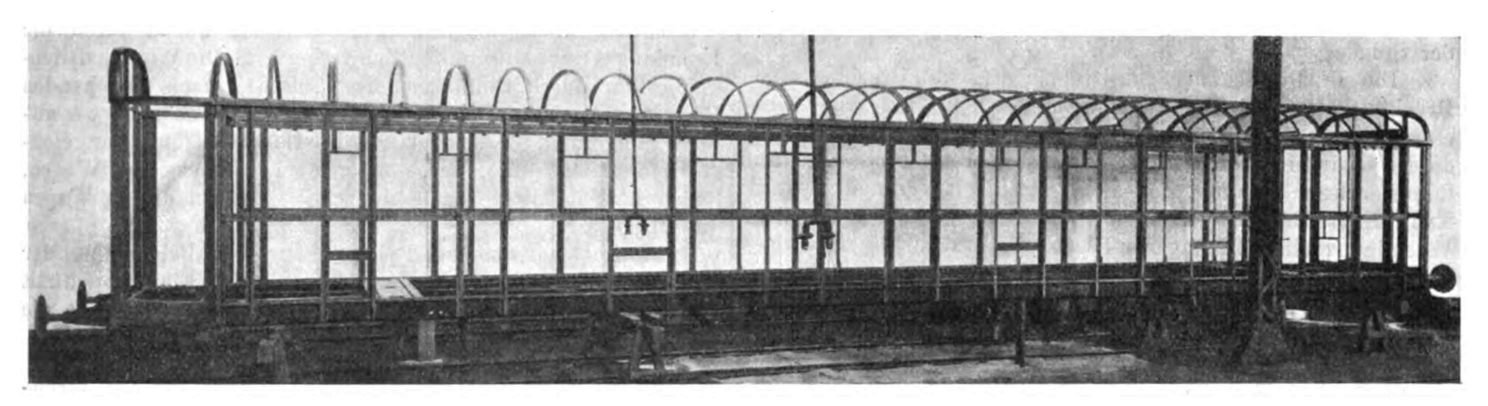


Abb. 12. Eisernes Kastengerippe eines vierachsigen Personenwagens II. und III. Klasse, gebaut von der Grazer Waggon- und Maschinenfabrik für die Österreichischen Bundesbahnen.

Dafs der österreichische Standpunkt, von der durchgehenden Bremse die Regelbarkeit der Bremskraft nach oben und unten zu fordern, der richtige war, beweist die Tatsache, dafs in den letzteren Jahren diese Ansicht, bei der Frage der Einführung einer durchgehenden Güterzugbremse, nunmehr von den meisten Eisenbahnverwaltungen Europa's nicht nur geteilt, sondern auch, besonders von Deutschland, energisch vertreten wird.

Es würde zu weit führen hier auf die mannigfachen Verbesserungen einzugehen, die die Vakuumbremse im Laufe der Jahre erfuhr, es mufs jedoch festgestellt werden, dafs es gelang, nach acht Jahren dauernden, unter der Leitung des Verfassers stehenden, mühevollen Versuchen die Vakuum-Schnellbremse der Gebrüder Hardy so auszubilden, dafs sie auch für die längsten Güterzüge brauchbar wurde und hinsichtlich Einfachheit in der Bedienung, sowie Erhaltung ihrer Zuverlässigkeit in der Wirkung von keinem anderen Brems-

system übertroffen wurde*). Im Jahre 1912 wurde diese Bremse von einer internationalen Kommission, als erste vorgeführte Güterzugbremse, begutachtet und 1922 in Frankreich in Gegenversuchen mit der Westinghouse- und Lipkowski-Bremse, unter erschwerten Bedingungen, nochmals erprobt, und auch dort erwies sie sich als durchaus vollwertig und ebenbürtig gegenüber ihren Konkurrenten**).

Als in den Jahren 1905—1906 wieder einmal der Ruf nach Triebwagen zur Verbilligung des Verkehrs auf Lokalstrecken und Lokalbahnen einsetzte, konnte sich die Staatseisenbahnverwaltung der Erprobung einer Reihe solcher Wagen nicht verschliefsen.

Es wurden eingehende Erprobungen der Dampf-Triebwagen nach den Bauarten De Dion et Bouton, Turpan-Foy, Stoltz und Komarek vorgenommen, gleichzeitig jedoch auch Versuche mit leichten, durch kleine Lokomotiven beförderte Züge, durchgeführt. Unter den Triebwagen bewährte sich die Bauart Komarek am besten, doch verschwand auch diese nach einigen Jahren aus dem regelmäfsigen Betriebe.

Nicht zu vergessen sind auch die Bremsversuche mit Handbremsen und mit der durchgehenden Personenzugbremse zur Bestimmung der notwendigen Bremsprozente für die technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen. Die auf der österreichischen Südbahn im Januar 1906 mit der automatischen Vakuum-Schnellbremse durchgeführten Versuche hierfür erstreckten sich auf Geschwindigkeiten bis 127 km in der Stunde.

Die in Deutschland eingetretene Erkenntnis, dafs eine Druckluftgüterzugbremse nur dann Aussicht hat allgemein eingeführt zu werden, wenn sie, wie die Vakuumbremse, auch die Regelbarkeit in der Abschwächung des Bremsdruckes besitzt, führte dort zur Schaffung der anfangs Einheit-Verbund- später Kunze-Knorr-Bremse genannten Bremseinrichtung, die aus der Vereinigung eines Einkammer-Bremszylinders mit einem Zweikammer-Bremszylinder besteht, wobei der Zweikammerzylinder nur bei beladenem Wagen Bremskraft abgibt, bei leeren jedoch nur als Hilfsluftbehälter wirkt. Zur Beurteilung dieser Bremse wurde der eben eingesetzte österreichische Bremsenausschufs, mit dessen Vorsitz der Verfasser betraut wurde, auf Einladung der preufsischen Regierung im Oktober 1916 entsendet. Im August 1917 wurde ein mit Kunze-Knorr-Güterzugbremse ausgerüsteter Güterzug, auf Verlangen des obigen Ausschusses, am Arlberge erprobt. Nach den günstig ausgefallenen Versuchen gab der österreichische Bremsenausschufs ein eingehendes Gutachten ab, in dem ausgesprochen wurde, dafs die Kunze-Knorr-Güterzugbremse neben der ganz einwandfreien Vakuum-Güterzugschnellbremse, die geeigneteste Druckluft-Güterzugbremse sei.

Im Jahre 1923 sah sich das Bundesministerium für Handel und Verkehr aus verschiedenen Gründen veranlafst, Versuche mit dem Druckluftsteuerventil des Norwegers Drolshammer an einem aus neun vierachsigen Schnellzugwagen bestehenden Zuge durchzuführen, da dieses Steuerventil die Einkammerdruckluftbremse auch stufenweise lösbar macht***).

Die Zuverlässigkeit einer Bremse hängt auch davon ab, dafs die abgenützten Bremsklötze nicht zu weit von den Radreifen abstehen und zur rechten Zeit nachgestellt werden. Um die nicht immer verläfsliche Hand-Nachstellung auszuschalten, ist eine selbsttätige Bremsklotznachstellvorrichtung erprobt worden, die sich so bewährte, dafs sie bei einer grofsen Zahl von Wagen eingeführt wurde (Bauart Engels, Grazer Waggonfabrik). Ferner ist die Einführung von zweiteiligen Bremsklötzen im Gange, bei welcher der Bremsklotz aus einem Schuh und einer Sohle besteht, welch letztere der Abnützung unterworfen ist, während der Schuh mit dem Bremsgestänge ständig in Verbindung bleibt. Diese Mafsnahme bedeutet eine grofse Ersparnis in der Ausgabe für Bremsklötze. Auch die Parallelführung der Bremsklötze nach Engels-Gauder, steigert den wirtschaftlichen Erfolg.

Neben der Bremse ist auch die Frage der guten Beheizung der Züge im Winter von Wichtigkeit. Aus sehr eingehenden und langwierigen Erprobungen verschiedener Heizungsbauarten ging 1913/14 die sogenannte Umlaufheizung hervor, die es ermöglicht, wesentlich längere Züge gleichmäfsig zu beheizen. Um die Schaffung dieser neuen Beheizungsart, die in den letzten Jahren eine weitere Ausgestaltung erfuhr, machte sich Ministerialrat Engels und die Firma Alexander Friedmann verdient. Auch ist die im Gange befindliche Einführung von zweiteiligen Metall-Heizschläuchen und von saugenden Wasserabscheidern zu erwähnen.

Eine weitere, die Annehmlichkeit des Reisens erhöhende Einrichtung ist eine gute Beleuchtung des Wagens. Nach der Beleuchtung mit Öl durch Lafourie-Lampen, kam die Ölgasbeleuchtung mit Schmetterlingsbrenner, sie wurde durch die Erfindung Auers aufserordentlich verbessert. Die Wirtschaftlichkeit erfuhr durch Einführung des Prefsgases nach eingehenden Versuchen Ministerialrats Schützenhofer eine ganz wesentliche Steigerung. Nebenher wurde die Benützung der elektrischen Beleuchtung, insbesondere bei vierachsigen Wagen, immer ausgedehnter, sodafs sie schliefslich bei diesen Wagen die Regel wird.

Bei Lokomotiven und Tendern wurde die Beleuchtung der Signallaternen durch Azetylengas die Regel. Ein Versuch mit einer elektrischen Lichtanlage auf der Lokomotive zeigte die grofse Zweckmäfsigkeit dieser Einrichtung.

### D. Vorschriften für den Bau der Eisenbahnfahrzeuge und Vereinbarungen über deren Verkehr.

Der Bau der Eisenbahnfahrzeuge ist an gewisse Vorschriften gebunden, die hauptsächlich in den »Technischen Vereinbarungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Haupt- und Nebenbahnen« des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen niedergelegt sind. Es hat sich jedoch auch notwendig gezeigt im Jahre 1900 für die österreichischen Eisenbahnen besondere »Bestimmungen über die Vorlage der Typenpläne und die Bauart von Fahrbetriebsmitteln« herauszugeben. Der Verfassung und Herausgabe solcher Vereinbarungen müssen langwierige und eingehende Beratungen und Untersuchungen vorangehen. Insbesondere gibt dies nicht nur hinsichtlich der oben genannten Vereinbarungen sondern auch der Vereinbarungen, die die Freizügigkeit von Personen- und Güterwagen zum Gegenstand haben, wie z. B. jene der Aufstellung einer einheitlichen Umgrenzungslinie für die Güterwagen im Verband der Technischen Einheit, das »Vereins-Wagenübereinkommen«, »Erweiterung der Umgrenzungslinie des lichten Raumes« usw. Bei allen diesen Fragen haben sich österreichische Ingenieure in weitgehendem Mafs eingesetzt und tatkräftig beteiligt. Oftmals sind wichtige Fragen von österreichischen Eisenbahntechnikern aufgerollt und behandelt worden, nicht selten hatten sie die Berichterstattung bei den entscheidenden Sitzungen und führten den Vorsitz in den Ausschüssen. Hier mufs besonders der erfolgreichen und rühmlichen Tätigkeit des Ministerialrats Dr. Ing. Emil Cimonetti gedacht werden, dessen Tätigkeit in den einschlägigen Gebieten (Vereinen und Kongressen) dem

*) Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architeken-Vereins 1908, Nr. 10, 12 und 13; 1909, Nr. 39 bis 41 und 1916, Nr. 49 bis 52.

**) Über die bei dieser Bremse über die Schallgeschwindigkeit hinaus erreichte Durchschlagsgeschwindigkeit hat Professor Dr. K. Kobes eine hochinteressante wissenschaftliche Arbeit in der Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins Jahrgang 1910, Seite 553 und 1911, Seite 21 veröffentlicht.

***) Mit Unterstützung der Schweizer Bundesbahnen wurden die Versuche mit dem Drolshammer Steuerventil auf einen 150 achsigen Güterzug ausgedehnt.

österreichischen Eisenbahn- bzw. Verkehrsministerium eine führende Rolle gesichert hat *).

**Schlufswort.**

Aus der knappen hier gebrachten Übersicht über die Leistungen der schaffenden Maschineningenieure des österreichischen Eisenbahnwesens kann ohne Überhebung behauptet werden, dafs die österreichische Technikerschaft auf diese Leistungen stolz sein kann. Die Anerkennung mit der vom Auslande gegen österreichische Ingenieure nicht gekargt wurde und wird, bleibt leider meistens im eigenem Lande aus, so dafs das Schaffen österreichischer Ingenieure oft erst über das Ausland bei uns die richtige Einschätzung findet.

Möge nach Abschlufs der Umgestaltungen denen jetzt die einzelnen Eisenbahnverwaltungen unterworfen sind, dem schaffenden Ingenieur jene Stellung eingeräumt werden, die ihm auf Grund der erzielten grofsen Erfolge und mit Rücksicht auf die verlangten Leistungen und die zu tragende schwere Verantwortung gebührt.

*) Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architeken-Vereins 1916, Heft Nr. 19, Seite 375.

## Das neue bayerische Verkehrsmuseum in Nürnberg.

Am 22. April d. J. wurde das neue bayerische Verkehrsmuseum in Nürnberg eröffnet. Mit diesem Bau ist den alten bayerischen Staatsbahnen ein würdiges Denkmal gesetzt und eine Erinnerungsstätte geschaffen für die Leistungen, die in ¾ Jahrhundert die bayerischen Eisenbahntechniker zum Nutzen der Wirtschaft des Landes geschaffen. Aber nicht nur der Ehrung und Erinnerung wird das Museum dienen, es soll auch in lebendiger Weise eine Belehrungsstätte sein für das Personal über die vielseitigen Neuerungen, die die rastlos fortschreitende Technik bringt, und es soll ein Band sein zu den weiten Kreisen der Allgemeinheit, um das rege Interesse, das für die Eisenbahn besteht, zu befriedigen.

Die Anfänge des Museums gehen auf das Jahr 1882 zurück; die auf der bayerischen Landesausstellung in Nürnberg in diesem Jahre vorgeführten Modelle und Pläne bildeten den Grundstock für die spätere Sammlung.

Die nächste Landesausstellung in Nürnberg 1896 lieferte bereits eine solche Mehrung an Sammlungsbeiträgen, dafs der Gedanke gefafst wurde, die Sammlungen in Form eines Museums, das in Nürnberg ein eigenes Heim am Marientorgraben fand, der dauernden Besichtigung zugänglich zu machen. Aber schon nach der nächsten Landesgewerbeausstellung 1906 war dieses überfüllt, insbesondere auch deshalb, weil seit 1902 auch das Postwesen angegliedert wurde.

Der jetzige grofse Neubau war daher nicht mehr zu umgehen, seine Inangriffnahme zog sich aber infolge der geldlichen Schwierigkeiten bis 1914 hin. — Kaum begonnen, lähmte der Weltkrieg das Unternehmen und drohte es zum Stillstand zu bringen. Erst 1923 konnte der geräumige Neubau, ein der Nürnberger Bauweise sich gut anpassendes Werk des Oberregierungsbaurats Weifs, vollendet werden. Die nun möglichen Übersiedlungs- und Einrichtungsarbeiten wurden bis zum Frühjahr 1925 unter vielen Schwierigkeiten zum Abschlufs gebracht.

Es wurden 9700 qm Ausstellungsflächen geschaffen, hiervon treffen auf die Eisenbahnabteilung 8500 qm und auf die Postabteilung 1200 qm.

Die Sammlungen umfassen folgende Hauptgruppen:

| | | |
|---|---|---|
| Oberbau mit Brücken, 4 Säle mit . . . | zusammen | 1180 qm |
| Hochbau mit Wohlfahrtswesen, 2 Säle mit | „ | 406 „ |
| Betrieb und Verkehr, 3 Säle mit . . . | „ | 277 „ |
| Maschinentechnik mit Starkstromwesen, 10 Säle mit . . . . . . . . . | „ | 4230 „ |
| Sicherungs- und Fernmeldewesen, 2 Säle mit | „ | 410 „ |
| Postwesen, 7 Säle mit . . . . . . . | „ | 1200 „ |
| Vortragssaal und Kinoraum, 1 Saal mit . . . . | | 270 „ |

Das neue bayerische Verkehrsmuseum in Nürnberg.

Bei der Entwicklung des Umfanges der einzelnen Sammlungen spielten mancherlei Umstände mit; vor allem die Art der Ausstellungsgegenstände selbst. Ein bestimmtes Modell eines Fernsprechers z. B. ist ja leichter für die Sammlung zu gewinnen als z. B. ein Lokomotivmodell, das Tausende von Mark für die Bearbeitung erfordert. Auch spielen Zufälligkeiten mit, z.B. kann manche Dienststelle einen Ausstellungsgegenstand freimachen, weil sie eine Neubeschaffung vornimmt, während oft für die Ausstellung sehr wünschenswerte Gegenstände nicht aus dem Verkehr gezogen werden können. Hinsichtlich der Stiftungen wirkte die Ungunst der Zeiten sehr hemmend. Begreiflicherweise können Industriekreise bei der heutigen Wirtschaftslage keine kostspieligen Stiftungen leisten, die zur früheren Blütezeit der Industrie wesentlich leichter zu erreichen gewesen wären.

Um die Wirkung der umfangreichen Sammlungen möglichst lebendig zu gestalten, kann eine Anzahl beweglicher Modelle und Originalapparate praktisch vorgeführt werden. Auch wurde von dem neuzeitlichen Darstellungsmittel des Films Gebrauch gemacht. Das Verkehrsmuseum besitzt im Vorführungssaal im 2. Stock eine mustergültige Filmvorführungseinrichtung und verfügt über mehrere technische Filme, teils aus eigenen Aufnahmen, teils aus wertvollen Stiftungen. Weitere technische Filme werden nach Schlufs der Münchener Verkehrsschau zugewiesen werden.

Der technische Film ist deshalb sehr wertvoll, weil er ermöglicht, in bequemer Weise weite Gebiete der Technik

lebendig vor den Augen erstehen zu lassen. Jedem Museum sind räumlich Grenzen gezogen, bei eingetretener Überfüllung der Sammlungsräume kann der Film über die Grenzen des Museums hinaus wirksam werden.

Durch den Ausbau der Vorführungs- und Vortragstechnik wird auch am vorteilhaftesten die so sehr anzustrebende Verkehrswerbung — die Gewinnung des Interesses des reisenden und Verkehr treibenden Publikums und die Erweckung von Verständnis für die wirtschaftlichen und technischen Zusammenhänge und für die Schwierigkeiten — betrieben.

Nach Schluſs der heurigen Verkehrsausstellung in München werden wir eine namhafte Bereicherung unserer Sammlungen zu verzeichnen haben.

Nicht vergessen sei hier die umfangreiche Bücherei, welche annähernd 17000 Bände mit 8000 Werken in 12 Hauptgruppen umfaſst und der Allgemeinheit zugänglich ist.

In einer flüchtigen Betrachtung seien nun die Hauptausstellungsgegenstände besprochen. Im Erdgeschoſs zeigt der Brückensaal zahlreiche Modelle von Brücken und Gründungen jeglicher Bauart nebst Lichtbildern der Baustadien besonders bemerkenswerter Brückenbauten. An den Fensternischen sind Stein- und Mineraliensammlungen, daran anschlieſsend die aus wertvollen Stiftungen stammenden Vermessungsinstrumente aufgestellt.

Die groſse und kleine Fahrzeughalle zeigt in längsgeschnittenen Lokomotiven in wirklicher Gröſse das Innere von Dampflokomotiven verschiedener Bauarten und Entwicklungsstufen, ferner die Wagen des Königszugs von 1863, den »Bismarck«wagen, den der Verein deutscher Privateisenbahnen im Jahre 1872 dem Fürsten zum Geschenk machte und den Pfälzer Salonwagen, endlich eine historische fürstliche Reisekutsche.

Der Oberbausaal gibt ein lückenloses Bild der gesamten Oberbautechnik für Haupt- und Nebenbahnen.

Der angrenzende Sicherungssaal umfaſst alle Hauptarten von Stell- und Blockwerken. Sämtliche Modelle sind betriebsmäſsig vorzuführen, ebenso die zugehörigen Auſsenanlagen im groſsen Museumshof.

Der Starkstromsaal hat gegenüber den Sammlungen im alten Museumsgebäude eine wertvolle Bereicherung erfahren, wir sehen eine elektrische Fahrleitungsstrecke, Hochspannungsisolatoren, neuzeitliche Leuchten, wie Tief- und Breitstrahler, ferner den Werdegang der Kabel.

Im Maschinensaal fällt der Quecksilbergleichrichter in die Augen, der die Umformung des Einphasen-Wechselstroms in Gleichstrom zum Betrieb der Lichtbildvorführungsmaschine, der elektrischen Sammler und der Motoren für Modellbetrieb besorgt. Beachtenswert ist die Werdersche Festigkeitsprüfmaschine und eine geschichtlich bemerkenswerte Heiſsluftmaschine.

Im 1. Stock sehen wir im Bremsensaal den neuen Probierstand der Kunze-Knorr-Güterzugbremse, daneben den Stand der Westinghouse-Bremse mit im Betrieb vorführbaren, die Wirkung der Bremse an einem ganzen Zug zeigenden 20 Apparaten. Der Kunze-Knorr-Güterzugbremse kommt ja gerade zur Zeit besonderes Interesse zu, als sie seit kurzem bei den Güterzügen der Deutschen Reichsbahn in Verwendung steht. Selbstverständlich sind auch die älteren und die verlassenen Bremssysteme, wie die nicht selbsttätige Hardy-Bremse und die Heberlein-Gruppenbremse, vorgeführt. Im übrigen sind in diesem Saal die Modelle der ältesten bayerischen Lokomotiven, darunter jenes der ersten in Deutschland in Betrieb genommenen Lokomotive Adler der Nürnberg Fürther Ludwigsbahn enthalten.

Im folgenden Lokomotivsaal, der in 34 Schaukästen die Modelle der neueren und neuzeitlichen bayerischen Lokomotiven im Maſsstab 1 : 10 umfaſst, wird an einer durch regelbaren Gleichstrom-Hauptmotor betriebenen Schnellzuglokomotive S $^{3}/_{6}$ Vierzylinder-Heiſsdampf-Verbundsystem das Arbeiten der Lokomotive mit und ohne Belastung auf verschiedenen Steigungen und bei verschiedenen Geschwindigkeiten entsprechend den tatsächlichen Betriebsverhältnissen vorgeführt.

Die nächstfolgenden Säle für Lokomotiv- und Wagenteile sowie Werkzeuge und Werkstoffe zeigen eine reichhaltige Sammlung der einschlägigen Gegenstände.

Der folgende Fernmeldesaal gibt einen lückenlosen Überblick über das wichtige Gebiet der Fernmeldetechnik und zeigt den Werdegang der mannigfaltigen Verständigungsmittel im Eisenbahnbetrieb.

Vom wissenschaftlichen Standpunkt aus interessant sind die Wirthschen Originalapparate, mit denen es dem Erfinder im Jahre 1913 gelang, auf drahtlosem Wege einen Zug von einer Station aus zum Halten zu bringen.

Die nächsten Säle zeigen den Unterschied in der Ausstattung alter und neuer Betriebs- und Abfertigungsräume.

Im Verkehrssaal finden wir die einschlägigen Einrichtungen und Verkehrsmittel im Personen- und Güterverkehr. Eine neuzeitliche Fahrkartendruckmaschine der AEG Berlin zeigt praktisch das Drucken der Fahrkarten im Schalterraum vor der Abgabe an die Reisenden. Nicht unerwähnt sei das groſse Modell des neuen Verschiebebahnhofs Nürnberg.

Der nächste Saal, der Schwellen- und Schienensaal, veranschaulicht die Schwellentränkung und zeigt eine reichhaltige Sammlung von Schwellenhölzern und Schwellenabschnitten in verschiedenen Stufen der Abnützung. Daneben sehen wir eine Sammlung von Erzen und die Einzelheiten der Schienenerzeugung.

Im 2. Obergeschoſs betreten wir zunächst den »Blauen Saal«. Die Wände sind geschmückt mit den Lichtbildern führender Männer aus dem bayerischen Verkehrswesen. Ein groſser Uniformschrank enthält Gala-Uniformen verschiedener Dienstgrade, an erster Stelle die Gala-Uniform des früheren Verkehrsministers von Seidlein.

In dem rechts gelegenen erhöhten Raum befindet sich der Zuschauerraum für die Lichtbildvorführung mit 140 Sitzplätzen. Der Lichtbildapparat ist ein Geschenk der Ertelwerke. Durch einen Lautsprecher können Rundfunkvorträge geboten werden.

Im anstoſsenden Wohlfahrtssaal sind die Einrichtungen, Siedlungsbauten, Übernachtungs- und Aufenthaltsräume, Bäder, ärztliche Hilfeleistung, Rettungseinrichtungen usw. in Modellen, Plänen und Abbildungen dargestellt.

Der angrenzende Hochbausaal umfaſst an den in Feldern eingeteilten Wänden 247 Lichtbilder ausgeführter Hochbauten der vormals bayerischen Staatsbahnen.

Der Werkstätte- und Schiffssaal enthält wertvolle Modelle von maschinellen Einrichtungen aus dem Bereich des Werkstätte- und Zugbeförderungswesens, Hebekranen, Drehscheiben und Schiebebühnen, Bekohlungsanlagen, Modelle von Hauptwerkstätten und Pumpanlagen für Lokomotivspeisewasser, ferner Einrichtungen für Beleuchtung und Beheizung der Eisenbahnwagen, weiters Modelle von Bodenseedampfschiffen und Mainkettenschleppschiffen, Schiffswerften und Kanalschleusenanlagen.

Es folgt nun die Abteilung der Post, die ja als Schwesterinstitut zur Zeit der Verwaltung durch das Land dem bayerischen Verkehrsministerium mit unterstellt war und daher auch das Museum mit der Eisenbahnverwaltung teilt. Ihre Sammlungen mögen bei den immer noch bestehenden verwandtschaftlichen Beziehungen daher ebenfalls kurz besprochen werden.

Der erste Saal, der sogenannte Taxissaal, enthält hauptsächlich Urkunden und Bildnisse über die Taxissche Post in Bayern vor 1808. Der Posthochbausaal zeigt Modelle und Lichtbilder gröſserer Postbauten. Der nebenliegende Postbetriebssaal enthält eine Sammlung von Briefkästen von 1845 bis 1924, daneben Siegel und Stempel, Modelle von

Postwagen und Autobussen, sowie eines Drehgestell-Bahnpostwagens von 17 m Länge. Hier werden auch die neuzeitlichen Postbeförderungsanlagen wie Rohrpost betriebsgemäfs vorgeführt.

Der nächste Saal, der Ehrenraum mit Bildern führender Männer aus dem Postwesen, zeigt den Werdegang der Briefmarken. Einige Stufen führen zu dem eigentlichen Briefmarkenraum, eine Sammlung, die nach Wert und Umfang nirgends ihresgleichen findet und in technisch einwandfreier Weise (Beleuchtung mit künstlichem Licht zur Vermeidung des für manche Marken nachteiligen Tageslichtes) ausgestattet ist.

Der folgende Saal enthält Bauteile, Modelle und Werkzeuge aus dem Gebiet des Telegraphen- und Fernsprechwesens, wobei besonders beachtenswert die Ausstellungsstücke der Fernkabelanlagen sind. Der Siemens-Oszillograph gestattet Strom- und Spannungskurven zu beobachten und durch Projizierung sichtbar zu machen.

Der nächste und zugleich letzte Saal der Postabteilung umfafst die Sammlungen auf dem Gebiete der Telegraphie sowie des Fernsprech- und Rundfunkwesens. Hier sind die Fernsprechapparate, von dem ersten Versuch von Philipp Reis an bis zu den neuesten Selbstanschlufsämtern zur Schau gestellt. Eine Anzahl Apparate für drahtlose Telegraphie und Telephonie wird täglich betriebsmäfsig vorgeführt.

So ist, wie aus den vorstehenden Ausführungen hervorgeht, ein umfangreiches Werk geschaffen, das nur unter zäher Arbeit aller Beteiligten, allen Widerständen zum Trotz zum glücklichen Ziele gebracht werden konnte, das aber eine reiche Quelle der Bildung und des ideellen Genusses zu sein berufen ist, wie es andererseits eine Zierde Nürnbergs bildet. Neumüller.

## Versuche mit Lokomotiv-Luftpumpen.

Von Dr. Ing. **Ludwig Schneider**, München.

Verfasser hat auf Anregung der bayerischen Eisenbahnverwaltung in der dampftechnischen Versuchsanstalt der Lokomotivfabrik J. A. Maffei in München eingehende Versuche über den Dampfverbrauch von Luftpumpen für die Druckluftbremse der Lokomotive ausgeführt.

Von den in Deutschland verwendeten drei Bauarten: Knorrbremse-Berlin, Westinghouse-Hannover und Fahdt-Kötschenbroda wurden zwei Bauarten, deren Nennung unterlassen sei, in übereinstimmenden Gröfsen im neuen Zustand untersucht. Die Versuche mit den verschiedenen Bauarten zeitigten keine irgendwie bemerkenswerten Unterschiede in ihren Ergebnissen. Die geringen Verschiedenheiten liegen durchaus innerhalb der Zufallsgrenzen, wie z. B. Witterung, Anzug der Stopfbüchsen usw. Im folgenden wird deshalb nur eine der beiden Versuchsreihen besprochen.

Wenn nun auch die vergleichenden Versuche insoferne ein negatives Ergebnis hatten, als sie die Behauptung einer Firma von der Überlegenheit ihres Fabrikates widerlegten, so sind die Ergebnisse doch von Interesse. Die immer wieder geforderte Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Dampflokomotive verlangt, neben dem Dampf- und Wärmeverbrauch der Hauptmaschine auch den Verbrauch der vielen Nebenapparate, mit denen die neuzeitliche Lokomotive versehen ist, zu kennen und zu vermindern. Die Versuche mit den Luftpumpen ergänzen in gewünschter Weise die von mir früher durchgeführten und schon veröffentlichten Versuche mit Kolbenspeisepumpen( Z. d. V. d. Ing. 1918, S. 265). Die Luftpumpen haben nicht nur die Bremsdruckluft zu liefern, sondern auch den Luftbedarf für verschiedene Einrichtungen zu beschaffen, wie für Druckluftsandstreuer, Druckluftumsteuerung, Druckluftläutewerk, Druckluftpfeife usw., so dafs der Druckluftbedarf auf der Lokomotive mitunter ein recht erheblicher wird. Sehr erwünscht, aber nur im Lokomotivbetrieb erhältlich, wären Feststellungen über den Luftbedarf besonders für die Bremsung auf kürzeren und weiteren Fahrten unter verschiedenen Betriebsverhältnissen. Diese Ermittlungen wären einfach zu machen, durch Anbringung eines Hubzählers an der Luftpumpe, besser natürlich noch durch gleichzeitige Aufzeichnung von Pumpenhüben und Luftdruck im Luftbehälter während der ganzen Fahrtdauer. Solche Feststellungen würden meine Versuche über den Dampfverbrauch der Luftpumpen wesentlich ergänzen, bzw. die Nutzanwendung erleichtern.

### Durchführung der Versuche.

Die doppeltwirkenden zweistufigen Pumpen der üblichen stehenden Bauart mit einfacher Dampfdehnung und oben liegendem Dampfzylinder wurden in der Versuchshalle aufgestellt und an die Kesselanlage des Kraftwerkes der Lokomotivfabrik angeschlossen. Die Kessel konnten Sattdampf bis zu 13 at Druck liefern. Da sie gleichzeitig Dampf für die Hämmer in der Schmiede zu erzeugen hatten, deren Dampfbedarf sehr unregelmäfsig war, blieb der Dampfdruck während der Dauer der einzelnen Versuche mit den Pumpen nicht genau gleich; die Veränderung betrug aber nur einige Zehntel at, war also auf den Beharrungszustand praktisch ohne Einflufs. Vor den Pumpen wurde die Dampfzuleitung entwässert. Zwei Drosselventile waren in die Dampfleitung eingebaut, eines für die gröbere, das zweite für die feine Einstellung. Die doppelte Abdrosselung erlaubte das Ablesen des Dampfdrucks unmittelbar vor der Pumpe an einem ungedämpften Manometer, ohne dafs die Zuckungen zu grofs wurden. Der Abdampf wurde in einem Oberflächenkondensator mit reichlicher Kühlfläche niedergeschlagen und das Niederschlagswasser auf einer Tafelwage gewogen.

Die Luft wurde aus dem Versuchsraum angesaugt und von den Pumpen in einen Windkessel gedrückt. Auf diesem war ein Druckmesser angeordnet. Aus dem Windkessel konnte die Luft durch metallische Mefsdüsen mit gut abgerundeter Mündung ausströmen. Vor die Düse war ein Absperrventil geschaltet. Die Mefsdüsen hatten Bohrungen von 2 bis 6 mm lichtem Durchmesser. Die Hubzahl der Pumpen wurde so eingestellt, dafs bei den verschiedenen Düsen verschiedene Drücke im Windkessel erreicht wurden und über die Dauer des einzelnen Versuches mit sehr geringer Veränderung erhalten blieben.

### Versuch I.

Zunächst wurde für jede der Pumpen ermittelt, wie sie sich verhält, wenn sie mit verschiedenen Hubzahlen in der Zeiteinheit läuft bei Verdichtung der Luft auf 2 bis 8 at Überdruck. Festgestellt wurde der Dampfverbrauch während der Versuchsdauer, die im Einzelfall dank der Verwendung des Oberflächenkondensators sehr kurz, meist 6 Min., gehalten werden konnte, nachdem der Beharrungszustand in der Zeit, welche zum Einstellen der Dampfdrosselventile nötig war, erreicht war. Zu Beginn der Versuche wurde natürlich für die Erreichung des Beharrungszustandes mehr Zeit aufgewendet. Das mittlere Niederdruck-Hubvolumen der Pumpe errechnet sich aus:

| | | |
|---|---|---|
| Niederdruck-Luftzylinder Durchmesser . . . | | 270 mm |
| Kolbenstangendurchmesser . . . . . | oben | 41 » |
| » « . . . . . | unten | 31 » |
| Kolbenhub . . . . . . . . . . . | | 233 » |

Ihr mittleres Niederdruck-Hubvolumen betrug somit 13,1 l. Die andere untersuchte Pumpe hatte ein um rund 10 v. H. gröfseres Ansaugevolumen. Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe sind in Abb. 1 zusammengefafst.

Die Streuung der Punkte ist nicht nur eine Folge von kleinen Zähl- oder Ablesungsfehlern oder von Unvollkommenheiten der Versuchsanordnung, sondern liegt hauptsächlich darin begründet,

dafs der Luftdruck nicht genau gleich eingestellt und gehalten werden konnte, weil dies ein zu langwieriges Ausprobieren der Schnelligkeit des Pumpenganges verlangt hätte. Beispielsweise waren die Drücke bei den Versuchen mit 5 at Luftdruck (Abb. 1) genau:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Minutliche Doppelhübe | 18 | 22,5 | 32 | 50,3 | 60 |
| Luftenddruck at Überdruck | 5,25 | 5,37 | 5,07 | 5,07 | 5,32. |

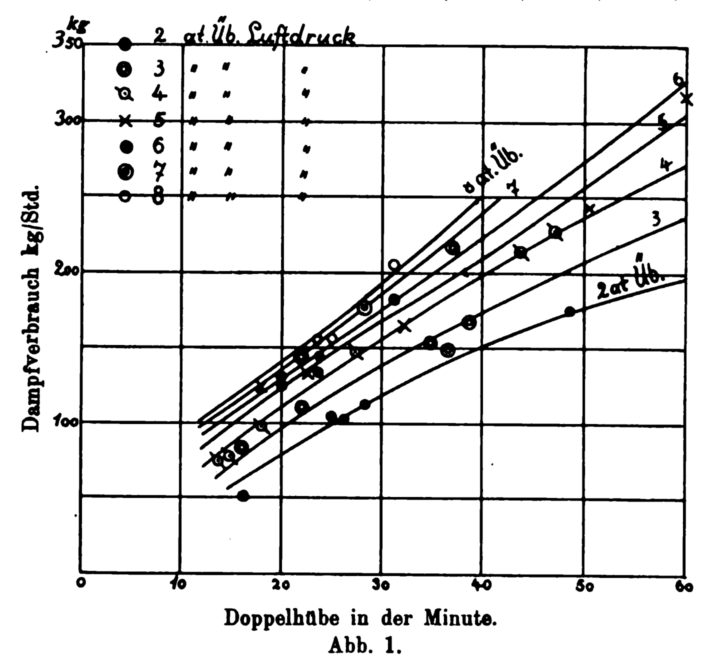



Abb. 1.

Der Dampfverbrauch steigt ungefähr im gleichen Verhältnis wie die Hubzahl der Pumpen, bei hohen Luftdrücken etwas rascher als bei geringen, ferner, wie zu erwarten, mit dem Maſse der Luftverdichtung; die Steigerung nimmt mit wechselndem Luftdruck ab und man sieht schon aus Abb. 1, dafs es nicht wirtschaftlich wäre, den Druck im Luftbehälter weit sinken zu lassen und dann wieder aufzupumpen.

30 bis 40 Doppelhübe der Luftpumpe in der Minute sind schon ein ziemlich rascher Gang. Eine mittelschwere Lokomotive von 1000 indizierten Pferdestärken verbraucht rund 8 kg Dampf/PS-Std., in der Stunde also rund 8000 kg. Die Luftpumpe verbraucht in der gleichen Zeit nach Abb. 1 etwa 200 kg Dampf, das sind $2^1/_2$% des Verbrauchs der Hauptmaschine, wobei allerdings zu bemerken ist, dafs die Luftpumpe nicht dauernd mit 30 bis 40 Doppelhüben läuft; aber auch die Lokomotivleistung schwankt.

### Versuch II.

Wichtiger als die Ermittlung der Hubzahlen der Pumpe ist die Ermittlung der wirklich verdichteten Luftmenge. Diese konnte mittels der eingebauten Ausströmdüsen festgestellt werden. Es darf als bekannt vorausgesetzt werden, dafs die Ausfluſsmenge eines Gases aus gut abgerundetem, kurzem Mundstück einen Höchstwert erreicht bei einem bestimmten Druckverhältnis auſsen : innen $= p_a : p_i$, welches man das »kritische« nennt. Wird dieses Druckverhältnis kleiner, mit anderen Worten der Innendruck höher, so bleibt doch die Ausfluſsmenge gleich. Das kritische Druckverhältnis ist allgemein

$$\left(\frac{p_a}{p_i}\right)_{kr} = \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}.$$

Setzt man für Luft k = 1,4, so wird $\left(\frac{p_a}{p_i}\right)_{kr} = 0{,}528$. Beträgt der Auſsendruck also 1 at abs., so muſs der Innendruck demnach mindestens 1,89 at abs. sein, damit der Höchstwert der Ausfluſsmenge erreicht wird. Bei den vorliegenden Versuchen sank der Innendruck im Windkessel nie unter 2,95 at abs. bei einem Auſsendruck von 1 at abs. Der Höchstwert der Ausfluſsmenge

$$G_{sec} = f \cdot \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{1}{k-1}} \cdot \frac{100\, p_i}{\sqrt{R\, T_i}} \cdot \sqrt{\frac{2\, g\, k}{k+1}} = f \cdot \frac{2{,}15\, p_i}{\sqrt{R\, T_i}}$$

ist also stets erreicht worden. In vorstehender Formel ist $G_{sec}$ die sekundliche Ausfluſsmenge in kg, f der Düsenquerschnitt in qcm, $p_i$ der Druck im Windkessel in kg/qcm, R die Gaskonstante für Luft, $T_i$ die absolute Temperatur der Luft im Windkessel. Da die Luft etwas feucht war, muſs die Konstante R aus

$$R = \frac{848}{28{,}95 - 10{,}93 \cdot \frac{p'}{p}}$$

ermittelt werden. Dabei ist p' der Dunstdruck, p der Druck der feuchten Luft. Nehmen wir an, dafs die angesaugte Luft von rund 20° Celsius völlig gesättigt war, so errechnet sich

$$R = \frac{848}{28{,}95 - 10{,}93 \cdot \frac{0{,}0238}{1}} = \frac{848}{28{,}95 - 0{,}26} = \frac{848}{28{,}69} = 29{,}6.$$

Gegenüber der Konstanten R = 29,27 für trockene Luft ist der Unterschied nur 1,1 v. H. und da R unter der Quadratwurzel vorkommt, beginge man nur einen Fehler von $\sqrt{1{,}011} = 1{,}0055$ oder von 0,55 v. H., wenn man die Luftfeuchtigkeit gar nicht berücksichtigte.

Durch Einsetzen der zutreffenden Werte in die Formel für G erhalten wir:

$$G_{sec} = f \cdot \frac{2{,}15 \cdot p_i}{\sqrt{29{,}6 \cdot T_i}} = f \cdot 0{,}395 \cdot \frac{p_i}{\sqrt{T_i}}.$$

Die Temperatur im Windkessel $T_i = t_i + 273°$ wurde an einem Quecksilberthermometer abgelesen. $t_i$ stieg bei den

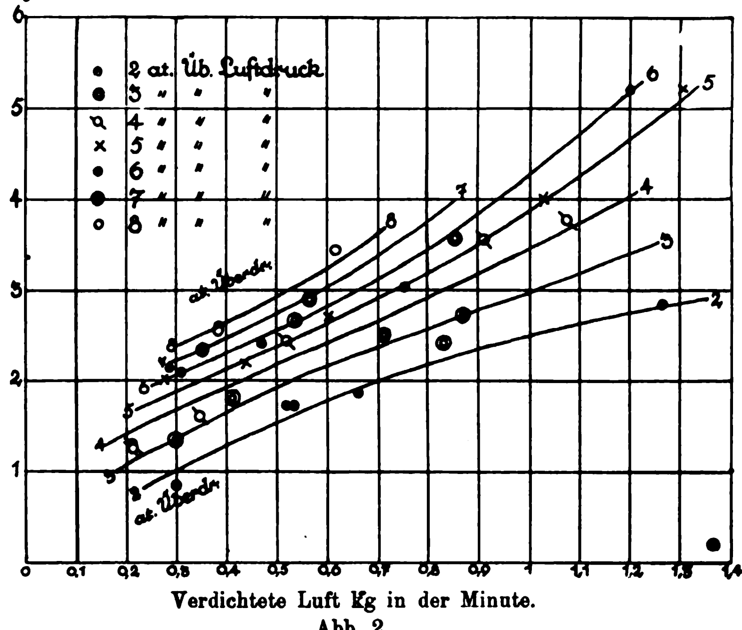



Abb. 2.

Versuchsreihen von Abb. 1 von 30° auf 98° C mit dem Grade der Luftverdichtung.

Der Austrittsquerschnitt f konnte durch Einsetzen verschiedener Düsen verändert werden.

Benützt wurden folgende Düsengröſsen:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nr. | 2 | 2,5 | 3 | 4 | 4,5 | 6 |
| Genauer Durchm. mm | 2,02 | 2,52 | 3,13 | 4,13 | 4,55 | 6,22. |

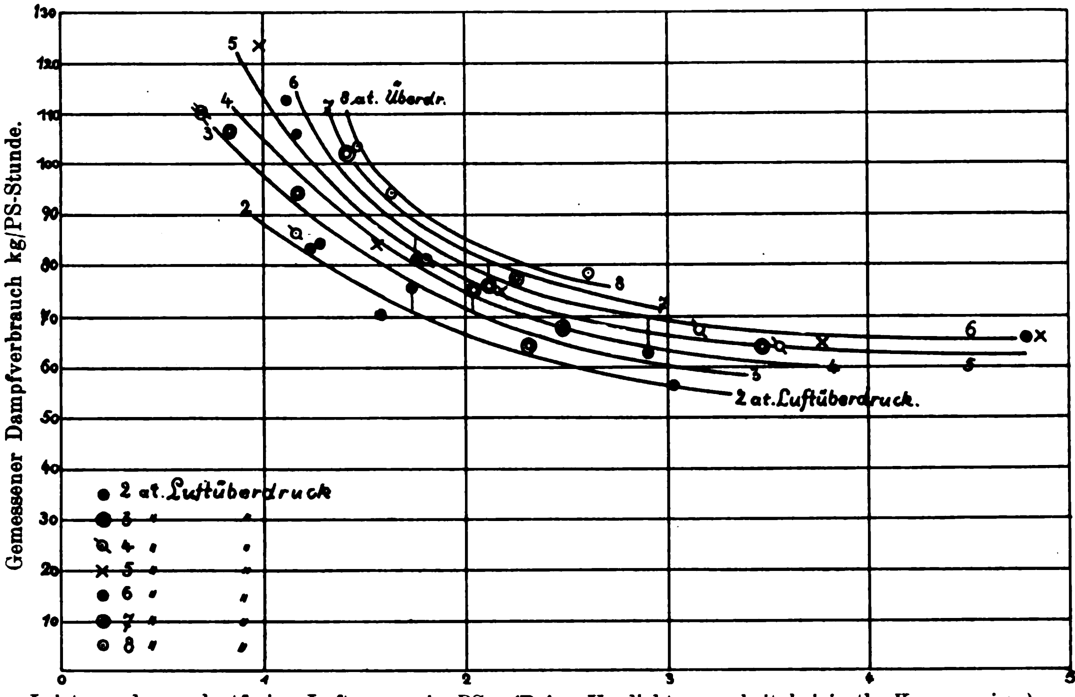
Die Ergebnisse der Versuche, sind in die Abb. 2 eingetragen als Dampfverbrauch in kg/Min. berechnet auf die verdichtete Luft in kg/Min.

Die Zahl der Versuche mit der einen Pumpe betrug 33, nämlich bei

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 at Luftüberdruck | 5 Versuche | 6 at Luftüberdruck | 5 Versuche |
| 3 « « | 5 « | 7 « « | 4 « |
| 4 « « | 6 « | 8 « « | 3 « |
| 5 « « | 5 « | | |

Mit der anderen Pumpe wurden im ganzen 26 Versuche durchgeführt.

Die Versuchspunkte lassen sich durch Kurven miteinander verbinden. Die Streuung ist zum Teil darauf zurückzuführen, daſs, wie schon erwähnt, der Luftdruck nicht immer gleich war, sondern von dem bei den Kurven eingeschriebenen Mittelwert etwas abwich. Auch aus Abb. 2 ist ersichtlich, daſs, um eine gewisse Luftmenge von 2 auf 3 at zu pressen, ein gröſserer Dampfaufwand nötig ist als z. B. für die Verdichtung von 7 auf 8 at. Den Druck im Behälter für die Preſsluft sollte man deshalb nie stark sinken lassen. Andernteils sinkt der Dampfverbrauch nicht proportional mit der Menge der verdichteten Luft, sondern langsamer. Es ist also auch nicht wirtschaftlich, die Pumpe zu langsam laufen zu lassen. Die beiden Forderungen — den Luftdruck nicht zu sehr sinken und die Pumpe nicht zu langsam laufen zu lassen — können miteinander in Widerspruch geraten, besonders wenn die Pumpe von Haus zu groſs ist. Sie begründen die Nützlichkeit eines groſsen Luftbehälters.




Leistung der verlustfreien Luftpumpe in PS. (Reine Verdichtungsarbeit bei isoth. Kompression.)
Abb. 3.

Die Darstellungen der Versuchsergebnisse in Abb. 1 und 2 haben noch nicht die Form, in der wir den Dampfverbrauch rasch zu beurteilen gewohnt sind. Die Ergebnisse sind deshalb auf einer anderen Grundlage in Abb. 3 nochmals dargestellt.

### Umrechnung der Versuchsergebnisse.

Aus der Luftverdichtungsarbeit bei isothermischer Kompression mit dem volumetrischen und dem mechanischen Wirkungsgrad 1 kann die Leistung der idealen, verlustfreien Luftpumpe bestimmt werden. Die isothermische Verdichtungsarbeit für G kg Luft beträgt in PS:

$$\frac{2{,}303}{75} \cdot G \cdot p_0 \, v_0 \log \frac{p}{p_0}$$

darin ist

G verdichtete Luft in kg/Sek.

$p_0$, $v_0$ Druck und spezifisches Volumen der Luft vor der Verdichtung in kg/qm bzw. cbm/kg,

p Druck der Luft nach der Verdichtung in kg/qm.

Bei einer Verdichtung der Luft auf 7,22 at Überdruck und 36,7 Doppelhüben der Luftpumpe (gleich 0,01415 kg/Sek. Luftförderung) beträgt z. B. die reine isothermische Kompressionsleistung der Pumpe 3,42 PS. Dabei hat sich der Verbrauch an gesättigtem Dampf zu 216,5 kg/Std. oder 63,5 kg/PS-Std. ergeben.

Aus Abb. 3 ist die groſse Unvollkommenheit der Lokomotivluftpumpe ersichtlich. Selbst bei raschem Gang der Luftpumpe werden für die Verdichtung 70 bis 80 kg Dampf für die PS-Std. verbraucht; bei langsamerem Gang steigt der Dampfverbrauch auf 100 bis 110 kg/PS-Std. Das Wärmeäquivalent der PS-Stunde beträgt demgegenüber nur 632 cal., der ideelle Dampfverbrauch etwa 7 kg. Das Produkt aus indiziertem Wirkungsgrad des Dampfzylinders, thermischem und volumetrischem Wirkungsgrad des Luftzylinders und aus dem mechanischem Wirkungsgrad beider Zylinder beträgt also höchstens 10 % und sinkt bis auf 6 ½ %.

Der volumetrische Wirkungsgrad läſst sich ermitteln, aus der tatsächlich geförderten Luftmenge und dem Fördervolumen der Pumpe. Für verschiedene Luftpressungen sind die erhaltenen Ergebnisse in Abb. 4 dargestellt. Der volumetrische Wirkungsgrad sinkt mit der Laufzahl der Pumpe sehr rasch und beträgt bei hoher Luftverdichtung und raschem Gang der Pumpe nur etwa 60 %.

Doppelhübe in der Minute.
Abb. 4.

Die Lokomotivluftpumpe ist somit noch sehr verbesserungsfähig. Die Tatsache, daſs ihr Dampfverbrauch gegenüber jenem der Lokomotive nur wenig ins Gewicht fällt, darf uns nicht beirren in dem Bestreben, die Pumpe bei annähernd gleichem oder billigerem Preis wirtschaftlicher zu machen. In der Schaffung der Nielebock-Knorr-Pumpe ist der Weg schon beschritten. Nach meinen früheren Versuchen hat sich auch der Dampfverbrauch der Speisepumpe verhältnismäſsig hoch, nämlich 30 bis 50 kg für die PS-Std. reiner Wasserförderungsarbeit ergeben. Wenn beide Pumpen zusammen nur 5 bis 6 % des Gesamtdampfverbrauchs der Lokomotive benötigen, so lohnt es sich schon hier zu sparen.

# Einheitshemmschuh.

Von Regierungs- und Baurat **L. Sufsmann**, Altona.

Es ist eine allgemeine Klage, dafs die Beschädigungen der Güterwagen weniger durch allmähliche Abnutzung im laufenden Verkehr, wie durch die Behandlung am Ablaufberg veranlafst werden. Prüft man die hier entstandenen Schäden auf die Ursache hin, so kann man im allgemeinen deren drei unterscheiden: 1. Auflaufen auf den Hemmschuh, 2. Entgleisung durch Hemmschuhe, 3. Auflaufen auf andere Wagen durch Mängel der Hemmschuhwirkung oder falsches Auflegen. In jedem Falle ist also der Hemmschuh und seine Handhabung als Ursache zu erkennen. Man will nun das Übel von Grund aus dadurch beseitigen, dafs man die Gleisbremse mit Hemmschuh überhaupt abschafft und durch die regelbare Gleisbremse mit Fernbetätigung ersetzt, und zweifellos ist dies das beste und durchgreifendste Mittel, besonders in der sehr zweckmäfsigen Durchbildungsform der Frölichschen Gleisbremse. Leider ist die Einführung derartiger Einrichtungen bisher nicht in solchem Umfang möglich gewesen, dafs eine nennenswerte Verringerung der Ablaufschäden zu verzeichnen wäre, und in der nahen Zukunft wird es damit wegen der hohen Anschaffungskosten wohl nur recht langsam gehen. Man wird sich deshalb mit dem notwendigen Übel »Hemmschuh« zunächst abfinden und nur versuchen müssen, seine Mängel möglichst zu mildern.

Nun hat man den Grund des Übels in der Hemmschuhbauart gesucht und durch zweckmäfsigere Formgebung und Baustoffänderung Besserung zu erreichen versucht. Überaus zahlreiche verschiedene Bauarten sind auf diese Weise entstanden und eine vielseitige Auswahl wird im Betrieb verwendet: eine abschreckende Übersicht bieten die Kirchhöfe der Geräteausbesserungswerke. Wohl kaum hat man allgemein eingesehen, dafs das Übel zum gröfsten Teil gerade auf dieser Vielfältigkeit beruht, und dafs der Fehler hauptsächlich in der Verkennung des Umstandes liegt, dafs der Hemmschuh ein Werkzeug ist. Und ein Werkzeug, das einen ganz bestimmten stets gleichartigen Zweck erfüllen soll, mufs allerdings zunächst zweckmäfsig gebaut und aus zweckentsprechendem Baustoff gut gearbeitet sein, gleichzeitig aber mufs dafür gesorgt sein, dafs für die verlangte Arbeitsausführung auch stets dieses zweckmäfsige Werkzeug in gleichmäfsiger Beschaffenheit und Form zur Verfügung steht. Würde man wohl von einem Schreiner eine glatt gehobelte ebene Fläche verlangen können, wenn man ihm zu dieser Arbeit fortwährend verschiedene Hobel verschiedener Form, Schwere und Gröfse mit verschiedenartigem Messerstahl in die Hand gibt? Auch der Hemmschuhleger, der an einem besimmten Ablaufberg arbeitet, mufs für seinen im allgemeinen gleichmäfsigen und nur in der Wahl der Auflege-Entfernung wechselnden Arbeitszweck ein sowohl zweckmäfsiges wie gleichmäfsiges Werkzeug zur Verfügung haben; auch dieser Werkzeugarbeiter wird nur dann mit dem besten Wirkungsgrad, also mit äufserster Hingabe seiner Kraft und Überlegung und mit günstigem Erfolg hinsichtlich Schonung des Materials und seines Lebens, und damit auch mit dem höchsten erreichbaren wirtschaftlichen Erfolg arbeiten können, wenn er ein den Bedürfnissen der Arbeit angepafstes, zweckmäfsig durchgebildetes und gepflegtes, vor allem aber einheitliches Werkzeug in die Hand bekommt.

Diese Überlegungen erscheinen selbstverständlich, sie sind jedoch bisher inbezug auf diesen Gegenstand nicht angestellt, jedenfalls nicht in die Tat umgesetzt worden. Was wir im allgemeinen an Hemmschuhen verwenden, ist ein buntes Durcheinander von schlecht geformten besonders aber schlecht gearbeiteten, keinesfalls dem neuzeitlichen Stande der Technik entsprechenden Erzeugnissen der Industrie. Erst dadurch, dafs man die Lehren der planmäfsigen neuzeitlichen Betriebsführung auch auf diesen Gegenstand anwendet, kommt man dazu, einen Einheitshemmschuh zu schaffen, der möglichst vollkommen seinem Zweck angepafst ist. Da es nicht mit einem Schlage möglich sein wird, eine solche Form zu schaffen, so würde ein Fortschritt schon darin liegen, wenn wenigstens für ein gröfseres Ausbesserungsgebiet, etwa den Bezirk einer Werkstättenabteilung, eine einheitliche Form geschaffen würde, deren Ausbesserung und Instandhaltung dann mit gleichmäfsigen Mitteln ausführbar wäre. Der Vergleich der Bauarten verschiedener Ausbesserungsbezirke könnte dann zu einer weitergehenden Vereinheitlichung führen.

Für die Formgebung dieses Einheitshemmschuhes im allgemeinen gelten folgende Richtlinien:

1. Hemmschuhe werden zwar im ganzen Verschiebebetrieb gebraucht, sie erfahren jedoch ihren weit überwiegenden Beanspruchungsgrad. und Verbrauch im Ablaufbetrieb an den Gleisbremsen, müssen also zunächst für den Ablaufberg gebaut sein. Selbst wenn für den übrigen Bahnhofbetrieb eine andere Form besser anwendbar sein sollte, würde die Verwendung besonderer Formen daselbst für die ganze Frage bedeutungslos sein, da die Gleisbremsen $^{9}/_{10}$ aller Hemmschuhe verbrauchen.

2. Da es Gleisbremsen mit Schienen Form 6 und solche mit Form 8 gibt, müssen auch 2 Formen Einheitshemmschuhe vorhanden sein, die sich jedoch nur in der Querschnittsform der Sohle und Spitze zu unterscheiden brauchen, alle übrigen Teile können und sollen für beide Formen übereinstimmen.

3. Die Räder, welche abzubremsen sind, haben verschiedene Laufkreisdurchmesser, entsprechend Bauart und Abnutzung, der Hemmschuh kann jedoch nur einem Durchmesser bestens entsprechen. Dieser mufs also der am häufigsten vorkommende sein. Zieht man das Mittel aus den mittleren Durchmessern neuer und abgenutzter Räder der verschiedenen vorkommenden Gröfsen, so ergibt sich ein Laufkreisdurchmesser von 920 mm, und dies scheint auch nach Beobachtungen am Ablaufberg mit der Wirklichkeit übereinzustimmen. Der Hemmschuh mufs so geformt sein, dafs die Mitte des Rades von diesem Laufkreisdurchmesser gerade über dem Brechpunkt der Spitze des unabgenutzten Hemmschuhes steht, während die obere Fläche des Sattels den Laufkreis tangiert. Es mufs dafür gesorgt sein, dafs jeder neu angelieferte oder wiederhergestellte Hemmschuh diese Bedingung erfüllt, es ist deshalb eine Lehre für Schiene Form 6 sowie 8 in der Geräteausbesserung vorhanden, unter welcher jeder Hemmschuh geprüft wird (Abb. 1). Diese Prüfung sichert die Übereinstimmung der Hauptabmessungen (Grundmafse) aller Hemmschuhe untereinander und mit der Zeichnung.

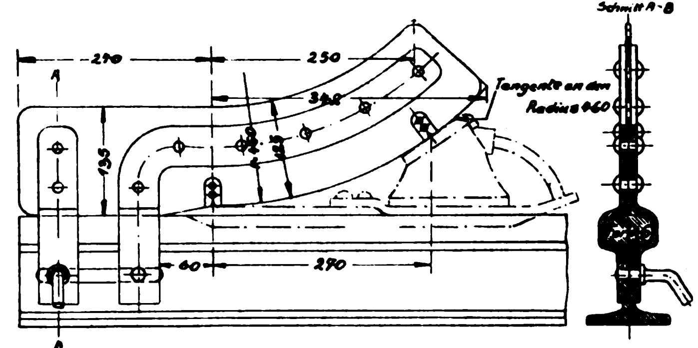



Abb. 1. Hemmschuhlehre.

Jeder Hemmschuh gebräuchlicher Bauart besteht im allgemeinen aus folgenden Hauptteilen: 1. Sohle mit Spitze, 2. Bock mit Griff, 3. Sattel (auch Kappe genannt) mit Bolzen, sowie den zur Verbindung dieser Teile dienenden Nieten und

Splinten. Für die Bauart dieser Teile gelten folgende Überlegungen:

1. Sohle und Spitze. Es erscheint als das nächstliegende, Sohle und Spitze aus einem Stück bestehen zu lassen. Tatsächlich haben sich Hemmschuhe mit durchgehender Sohle bei sonst richtiger Bauart als nicht ungünstig erwiesen. Immerhin

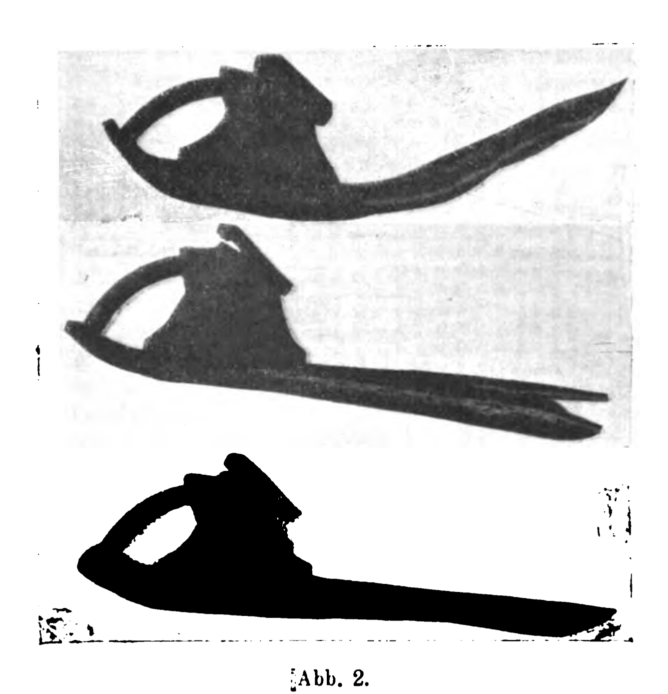


Abb. 2.

ist zu bedenken, dafs die eigentliche Spitze ein Abnutzungsteil ist, auf welchem sich ein Teil der Bremsung des darauf schleifenden Rades vollzieht. Trennung von Sohle und Spitze erleichtert also die Wiederherstellung, aufserdem wird die Wärmeübertragung erschwert und es ist möglich, die Spitze aus besonders geeignetem Baustoff herzustellen. Die auswechselbare Spitze mufs möglichst einfach sein, die zur Verbindung erforderliche Kröpfung wird in die eigentliche Sohle verlegt. Gegen die durchgehende Sohle sprechen ferner die vielfach beobachteten Verwindungen, wie sie die Abb. 2 zeigen. Man gewinnt überhaupt aus den dauernden Beobachtungen den Eindruck, dafs

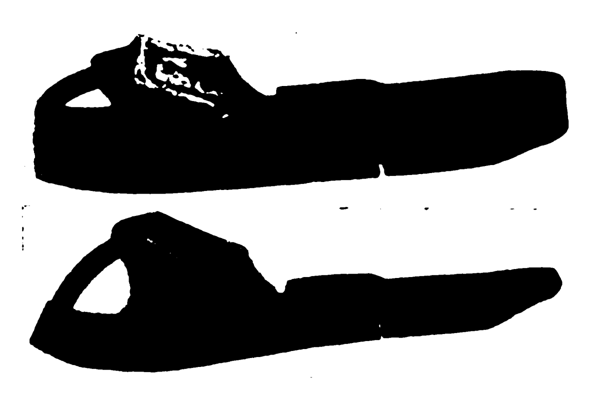


Abb. 3.

eine gewisse elastische Nachgiebigkeit zwischen Spitze und Sohle auch betrieblich nicht unvorteilhaft ist. Dafür, dafs diese Nachgiebigkeit nicht zu grofs wird, sorgt die Befestigung durch drei versetzte Niete, insbesondere aber gutes Zusammenpassen ohne Trennfuge. In dieser Hinsicht ist die Mehrzahl der vorhandenen Hemmschuhe mangelhaft, wie die klaffenden Fugen in Abb. 3 zeigen. Um Anhaken an Schienenstöfsen zu verhüten, sollen die zusammengepafsten Kanten gut abgerundet sein.

Von besonderer Bedeutung ist die Formgebung der äufsersten Auflaufspitze. In dieser Hinsicht zeigen die gängigen Bauarten fast allgemein Mangel an Vorüberlegung, oft findet man sogar

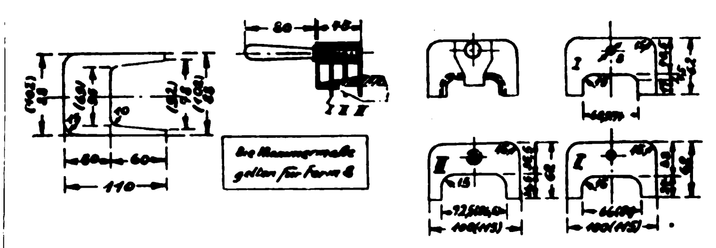


Abb. 4. Spitzenlehren.

scharfe Kanten vorn am Anlauf, so dafs es nicht Wunder nehmen kann, wenn der Radflansch, anstatt den Spitzenflansch an die Schiene zu pressen, gegen diese Kante stöfst und den Hemmschuh abwirft. Es mufs deshalb die genau der gezeichneten Abrundung entsprechende und übereinstimmende Form der Spitze durch Spitzenlehren (Abb. 4, Form 1 und 2) gesichert werden.

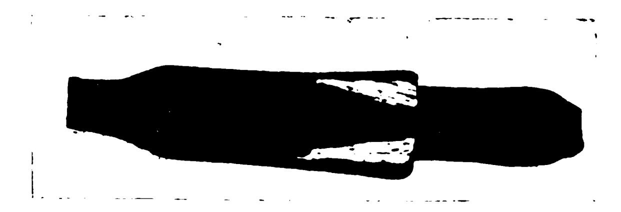


Abb. 5.

Zur Gewichtsverringerung und leichteren Wiederherstellbarkeit war bei einem bereits vor Jahren im früheren preufsischen Bezirk Bromberg vom Verfasser verwendeten Einheitshemmschuh die Spitze aus einem einfachen Flacheisen hergestellt. Die seither gewonnenen Erfahrungen des Betriebs zeigen jedoch,

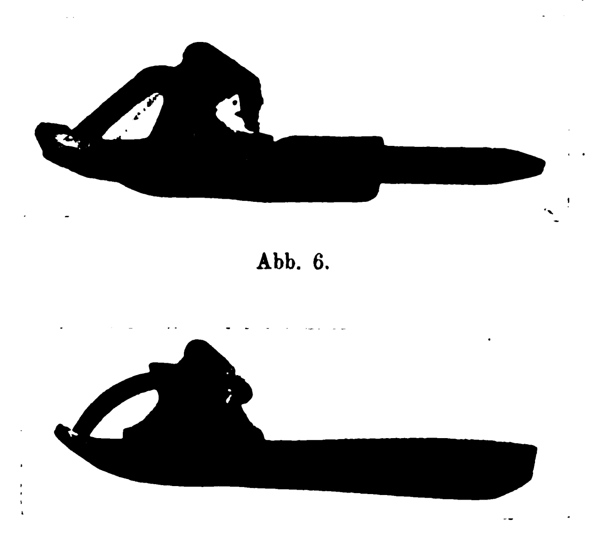


Abb. 6.

Abb. 7.

dafs Führungsflanschen auch möglichst weit vorn an der Spitze vorhanden sein und möglichst weit herabreichen sollen, und dafs diese Anordnung Schrägstellen und Abspringen verhüten hilft. Gegenbeispiele zeigen die Abb. 5 (mehrfaches Überfahren durch Fehlen des vorderen Führungsflansches) und Abb. 6.

Dafs die Querschnittform der Sohle und Spitze dem Schienenprofil angepafst sein mufs, nur mit Einhaltung eines gewissen Spiels, erscheint selbstverständlich. Man hat es jedoch an den Gleisbremsen nur kurze Zeit mit dem Neu-Profil zu tun, schon bald ist der Schienenkopf durch das Schleifen soweit abgenutzt, dafs die obere Begrenzung eine Gerade wird und die Abrundungen des Kopfes bis zur Bildung eines Aufsenflansches verschwinden. Es ist daher richtiger, den Querschnitt der Sohle einem mittleren Abnutzungsprofil der Schiene anzupassen, und die Sohle innen nur schwach auszurunden.

2. Der Sattel (Kappe, Sockel) ist der andere Abnutzungsteil, er mufs deshalb, da er als Bremsklotz dient, auch dementsprechend ausgebildet sein. Fast ausnahmslos findet man den Sattel so konstruiert und angeordnet, dafs er nur als Neuteil, im Anlieferungszustande, richtig wirkt; es wird oft völlig vergessen, dafs er ja auch nach etwaiger Abnützung noch arbeiten soll. Grundsatz mufs sein, dafs der Sattel, als leicht ersetzbarer und austauschbarer Teil, die Abnützungen und Beanspruchungen aufnimmt, sie dagegen von dem Bock, der kein Abnutzungsteil sein soll, fernhält. Statt dessen findet man, dafs die Beschädigungen des Kastens zum gröfsten Teil durch den Sattel erzeugt oder vermittelt werden. Ist der Bolzen stramm eingepafst, so wird er nach kurzer Laufzeit vom Sattel durchgedrückt und zersprengt die Seitenwangen des Kastens. Solche kennzeichnenden ganz gleichartigen Beschädigungen finden sich in Massen (siehe Abb. 7 und 8). Ist die obere



Abb. 8.

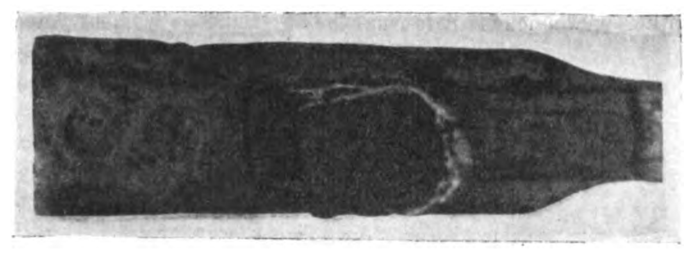


Abb. 9.

Fläche des Sattels stark abgeschliffen, so wird er durchgebogen, in den Kasten hineingeprefst, und dieser wird zersprengt. Wenn kein Ersatz vorhanden ist, oder der Bolzen zu fest sitzt, so wird der Hemmschuh ruhig weiter benutzt; völlige Zerstörung nebst entsprechenden Versagern sind die natürliche Folge (siehe Abb. 3). Hat der Sattel nicht genügend Führung im Kasten, so setzt er sich schräg, und der Hemmschuh springt ab (Abb. 9). Bei dem Einheitshemmschuh ist deshalb das allerwesentlichste: ausreichend starke Abnutzungsplatte (15 mm), gute sichere Führung im Kasten, ausreichendes Spiel am Bolzen.

3. Kasten oder Bock. Es folgt aus dem für den Sattel gesagten, dafs der Kasten kräftig gebaut sein mufs, um auch mehrere Auswechselungen des Sattels und der Spitze zu überdauern. Nicht ganz unwesentlich ist auch der Griff. Er mufs eine gute Handhabe bieten und auch imstande sein, Beanspruchungen auszuhalten, denen er beim Herausfahren des Hemmschuhs gegen das Futter des Gleisbrems-Auffangkastens ausgesetzt ist. Er darf nur lose durch zylindrischen Splint im Kasten befestigt sein, damit sich die Erwärmung des Hemmschuhs nicht zu schnell auf ihn überträgt, und er nachgiebig bleibt. Bei Verbindung durch komischen festsitzenden Keil treten bald Beschädigungen auf. Es folgt daraus, dafs die Bauart: Bock und Griff aus einem Stück ihre Mängel hat, so zweckmäfsig und haltbar sie auf den ersten Blick auch erscheint.

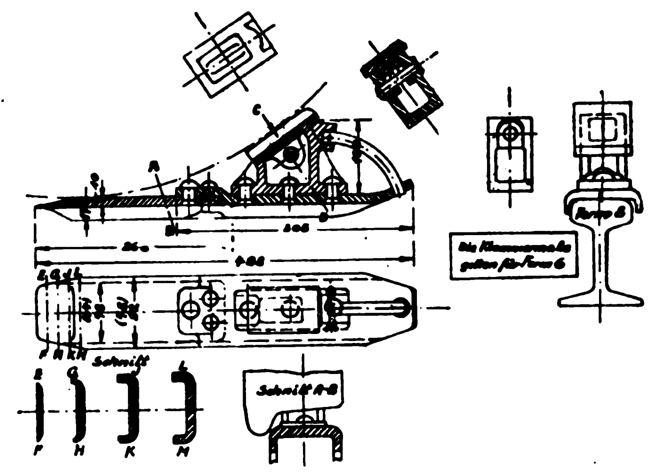



Abb. 10. Einheitshemmschuh.

Bei Erprobung des unter Beseitigung der geschilderten Mängel unter der ausgezeichneten Mitwirkung von Regierungsbaurat Schmidt in Frankfurt a. M. hergestellten Einheitshemmschuhes (Abb. 10) ergibt es sich, dafs man mit diesem Hemmschuh jetzt tatsächlich als mit einem zuverlässigen und einheitlichen Werkzeug arbeiten kann, die Versager werden auf eine Mindestzahl herabgesetzt. Die Versuche zeigen, dafs die Abnutzungen von Spitze und Sattel sich etwa so verhalten, wie es erwartet wurde. Die Ergebnisse der Abnutzungsbeobachtungen wurden in Kurven dargestellt, welche zeigen, wie die gleichzeitigen Abnutzungen von Spitze und Sattel mit der Benutzungsdauer fortschreiten. Als kennzeichnend für die Abnutzung der Spitze ist die Breite der Mulde gemessen, also der Ausschliff quer zur Schiene, welchen das Rad beim Schleifen auf der Spitze ausarbeitet. Eine auch nur angenähert so gleichmäfsige und lange Benutzung mit einer so geringen Zahl von Versagern konnte bisher bei üblichen Hemmschuhen nicht beobachtet werden.

Sorgt man durch Einzelabnahme mittels Lehren für vorschriftsmäfsigen Anlieferungszustand, so mufs man auch dafür Sorge tragen, dafs dieser Zustand erhalten bleibt und nach jeder Ausbesserung wieder erreicht wird. Nun ist die Ausbesserung der Hemmschuhe, ebenso wie die Neuherstellung, bisher noch an vielen Stellen ungefähr das rückständigste gewesen, was man sich im neuzeitlichen Werkzeugbau vorstellen kann. In dieser Feststellung soll kein Vorwurf liegen, das Verfahren entsprach eben der Auffassung vom Hemmschuh als billigem, schnell verschleifsbarem und deshalb roh zusammengepafstem Massenerzeugnis. Eine neuzeitliche Betriebsführung findet man weder in Neubau noch Wiederherstellung. Kommt man jedoch zu der Überzeugung, dafs ein Einheitshemmschuh, gleichgültig welcher Bauart, für ein bestimmtes Anwendungsgebiet eingeführt werden mufs, so müssen die Ersatzteile, also insbesondere Spitzen und Sättel, einheitlich genau nach Lehren hergestellt oder beschafft werden. Alle nicht der Einheitsbauart entsprechenden Teile gehören nicht auf den Ablaufberg, sie können noch aufserhalb auf den übrigen Bahnhofgleisen verwendet werden. Für die einfachen und immer gleichartigen Wiederherstellungsarbeiten werden vorteilhaft Sondermaschinen (Dreifach-Abbohrmaschine und Nietmaschine) verwendet, die noch zu entwerfen sind. Die Handreichungen müssen so vorbereitet und die Maschinen so aufgestellt sein, dafs die Arbeit

von Hand zu Hand bis zum Ablehren und Anstreichen fortschreitet.

Es soll nicht behauptet werden, dafs nur die vorbeschriebene Bauart als Einheitshemmschuh brauchbar wäre; vorausgesetzt, dafs man die Teile in ihren Formen den angegebenen Richtlinien anpafst, sind auch andere Konstruktionen denkbar. So hätte man an Stelle der Kastenform auch die Prefsform oder die Walzform mit entsprechendem Sattel wählen können, doch bot die Kastenform den einfachsten und am schnellsten zum Ziele führenden Weg. Die Frage der Bockform kommt erst in zweiter Linie; grundsätzlich wichtig und künftig nicht mehr zu umgehen sind die hier gegebenen Anweisungen, die sich auf die Stärke und Einpassung des Sattels und die allgemeinen Grundmafse beziehen.

Die weitere Erprobung des Hemmschuhs kann sich nun, nachdem die gleichmäfsige Bauart festliegt, auf die Ermittlung des am besten geeigneten Baustoffes beziehen. Hierbei werden die Erfahrungen der Herstellerfirmen verwendbar sein, indem man die von verschiedenen Firmen gelieferten in der Bauart genau einheitlichen Hemmschuhe auf das Verhalten der Baustoffe ihrer einzelnen Teile beobachtet. Bisher waren bündige Rückschlüsse durch die Verschiedenartigkeit der Bauart erschwert. Auf die bisher vorliegenden Beobachtungsergebnisse der Baustoffe soll hier nicht näher eingegangen und nur bemerkt werden, dafs die Bestrebungen, das Gewicht des durch die verstärkte Bauart nun etwas schwerer gewordenen Einheitshemmschuhs herabzusetzen, nicht aussichtslos erscheinen.

Nicht versäumt werden darf der Hinweis, dafs man, um den erwünschten Erfolg mit dem Einheitshemmschuh zu haben, der Bauart und vor allem der Instandhaltung der Gleisbremse sowie der vorliegenden Ablaufstrecke gröfsere Aufmerksamkeit zuwenden mufs. Soviel über die zukünftige Gestaltung des Ablaufbetriebs geschrieben und erörtert wird, so wenig geschieht für den gegenwärtigen Betrieb mit dem wir doch zunächst und wohl für eine Reihe von Jahren noch zu rechnen und zu arbeiten haben. Die Einrichtungen zum Schmieren und Anwärmen der Hemmschuhe müssen einem neuzeitlichen Betriebe angepafst und durch Merkblätter und Unterweisungen mufs für zweckmäfsige Bedienung und Unterhaltung der Gleisbremsen und der Auffangvorrichtungen sowie der Stofsverbindungen, Schwellen und Bettungen 150 m vorher gesorgt werden. Der brauchbarste Hemmschuh knickt ein oder springt ab, wenn der Auslauf in einer Mulde liegt oder die Ausfahrrinne zu eng geworden ist. An dem Standort der Hemmschuhleger müssen Ersatzsättel in genügender Anzahl vorrätig gehalten werden, auch einige Bolzen und Splinte; eine geeignete Zange zum Herausnehmen und Einsetzen des Splintes mufs zur Hand sein.

Die in die Einzelheiten eingehende Behandlung, die hier dem Hemmschuh, diesem Stiefkind der Eisenbahntechnik, zu Teil geworden ist, mag zu weitgehend erscheinen, sie rechtfertigt sich jedoch durch die eingangs erwähnten Ersparnisse an Fahrzeugen, die man in Geld schwer ausdrücken kann. Ohne weiteres in Geld umrechnen läfst sich jedoch die Ersparnis an Hemmschuhen, die bereits bei nur auf das doppelte der bisherigen verlängerten Laufzeit, wie sie der Einheitshemmschuh aufweist, auf etwa 400000 ℳ jährlich zu veranschlagen ist. Es geht nicht an, bei einer Verkehrslage, in der sich die Einnahmen kaum erhöhen lassen, eine solche Möglichkeit zu einer einfach durch einen Federstrich erzielbaren Verringerung der Ausgaben unbeachtet zu lassen. Ferner aber sollte an einem Beispiel gezeigt werden, dafs gegenüber solchen nebensächlich erscheinenden und vielfach nebensächlich behandelten Gegenständen eine andere Gesamteinstellung geboten ist, wenn wir wirklich wirtschaftlich arbeiten wollen.

## Aus amtlichen Erlassen der Vereinsverwaltungen.

### Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft. Vorschriften für Eisenbauwerke — Berechnungsgrundlagen für eiserne Eisenbahnbrücken*) (BE).

Die nunmehr in endgültiger Fassung erschienenen »Berechnungsgrundlagen für eiserne Eisenbahnbrücken« (abgekürzt BE bezeichnet) stellen sich in der Hauptsache als eine erweiterte Auflage der im Jahre 1922 als vorläufige Fassung herausgegebenen »Grundlagen für das Entwerfen und Berechnen eiserner Eisenbahnbrücken« dar, mit denen sie im wesentlichen übereinstimmen. In ihnen sind die in der Zwischenzeit ergangenen Verfügungen und Ergänzungen eingearbeitet und dabei die Erfahrungen verwertet worden, die im Laufe der beiden vorhergegangenen Jahre mit der vorläufigen Fassung gemacht worden sind.

Die wichtigsten Änderungen, die die BE gegenüber der vorläufigen Fassung gebracht haben, sind:

1. Die Einführung des hochwertigen Baustahls St 48 als Regelbaustoff neben dem bisherigen Flufseisen, das jetzt als Flufsstahl St 37 bezeichnet wird.

2. Die Berechnung der Druckstäbe unter Zugrundelegung der parabelförmig verlaufenden Spannungslinie im unelastischen Bereich, die in Übereinstimmung mit dem Knick-Ausschufs zur Vereinheitlichung technischer Baupolizei-Bestimmungen nach dem Vorschlag Gehlers festgesetzt wurden und die Verwendung bequemer Gebrauchsformeln für die Wahl der Querschnittsabmessungen gedrungener Druckstäbe ermöglicht.

3. Die Berechnung der Druckgurtungen oben offener Brücken und der Abstützungen von Druckstäben, wonach die Anschlufspunkte der Stäbe einer quer zur Stabachse gerichteten Kraft von $^1/_{10}$ der mittleren Druckkraft Widerstand zu leisten haben. Daneben wird auch die Verwendung anderer eingehender Rechnungsverfahren freigestellt, was besonders für die Beurteilung der Standsicherheit bestehender Brücken wichtig ist.

4. Die Erhöhung der zulässigen Spannungen in den Lagerteilen, wobei jedoch die Stützkräfte aus der Verkehrslast mit dem Stofszuschlag einzusetzen sind.

Im übrigen sei noch kurz auf die schärfere Fassung der Bestimmungen über die Berechnung der Fahrbahnträger, auf die eingehenderen Bestimmungen über die Berechnung der Winddruckflächen, auf die Änderung der zulässigen Spannungen für Wechselstäbe, sowie auf die Erhöhung des Flichkraftbeiwertes für die Berechnung der inneren Hauptträger in Bogengleisen hingewiesen, die für die Bemessung neuer Brücken wichtig sind.

Die in den Festigkeitsberechnungen zu verwendenden Zeichen sind in der Fassung Din 1350 der deutschen Industrienormen vorgeschrieben, so dafs nunmehr auch in dieser Beziehung die langerstrebte Einheitlichkeit gewährleistet wird.

Die auf die Nachrechnung sowie auf die Verstärkung bestehender Brücken bezüglichen Vorschriften sind in einem besonderen Anhang zusammengefafst. In diesem sind auch die Vorschriften für Berechnung gufseiserner Säulen aufgenommen, die demnach für neue Brücken nicht mehr angewendet werden sollen. Die Bestimmungen über den Stofszuschlag sind unter den Verkehrslasten angeführt, anstatt bei den zulässigen Spannungen, wie es in der vorläufigen Fassung der Fall war.

Endlich sei noch bemerkt, dafs auch die zur Erleichterung der Rechenarbeit dienenden Zahlentafeln eine wesentliche Vermehrung erfahren haben und dafs für die Ermittlung der erforderlichen Nietzahlen zwei nomographische Tafeln beigegeben

*) Im Buchhandel erschienen im Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.

worden sind, um dieser Form der Entwurfsbehelfe im Brückenbau Eingang zu verschaffen. Die am meisten gebrauchten Tafeln sollen mit Rücksicht auf ihre bequemere Handhabung auch noch in Form eines Sonderdruckes auf besonders starkem Papier herausgegeben werden, wodurch eine Schonung der Vorschriften selbst erzielt wird.

Da die vorliegende Fassung der Berechnungsgrundlagen (BE) das Ergebnis einer eingehenden Beratung der von den einzelnen Reichsbahndirektionen gegebenen Anregungen ist, zu der auch die hervorragendsten Vertreter des Deutschen Eisenbauverbandes hinzugezogen worden sind, so dürften sie auf absehbare Zeit eine feste Grundlage für den deutschen Eisenbrückenbau bilden, deren Grundsätze auch für die übrigen Zweige des Eisenbaues mafsgebend sein werden, da sie in steter Fühlungnahme mit den übrigen deutschen Baubehörden aufgestellt worden sind.

Karig.

## Persönliches.

### Ministerialrat Dipl.-Ing. Franz Hatschbach.

Anfang dieses Jahres trat Ministerialrat Dipl.-Ing. Franz Hatschbach, der langjährige Leiter und Organisator des Bahnerhaltungsdienstes der österreichischen Eisenbahnen, in den Ruhestand. Mit ihm scheidet ein hervorragender Fachmann, der auch in ausländischen Fachkreisen einen ausgezeichneten Ruf geniefst, aus dem aktiven Dienste der österreichischen Bundesbahnen.

Er begann seine dienstliche Laufbahn im Jahre 1895 bei der Staatsbahndirektion in Linz und fand seine erste Verwendung bei den zahlreichen Ergänzungsbauten, auf den vielfach im gebirgigen, schwierigen Gelände gelegenen Linien dieses Bezirkes, sowie bei der Behebung der bedeutenden Hochwasserschäden der Jahre 1897 und 1899. Hierzu zählt namentlich die umfangreiche und schwierige Linienverlegung zwischen Hallstadt und Aussee im Koppentale, die die Bahn den Wirkungen der verheerenden Hochwässer entziehen sollte.

Ein reiches Betätigungsfeld bot sich ihm weiter beim Baue des zweiten Gleises auf der 100 km langen Strecke von Wels nach Salzburg, mit dem auch vielfache, schwierige Umbauten im Betriebsgleise verbunden waren. Er führte diesen Bau mit grofser Umsicht in den Jahren 1900 bis 1902 durch. Alle damals an diesem Bau unter seiner Führung Mitwirkenden bewahren die Erinnerung daran als einen wertvollen Teil ihrer Berufs- und Lebensarbeit.

Seine auffallende Befähigung, sowie seine vielseitigen Erfahrungen veranlafsten im Jahre 1904 seine Berufung in das Dept. für Bahnerhaltung und Bahnaufsicht des k. k. Eisenbahnministeriums, dem er ohne Unterbrechung bis zur Schaffung der Generaldirektion im Jahre 1923 angehörte und das er ab 1914 als Vorstand leitete. Mit grofsem Eifer und mit zäher, unerschöpflich scheinender Arbeitskraft machte er sich, gestützt auf seine, im Aufsendienste gewonnene Einsicht daran, diesen Dienst mit neuem Leben zu erfüllen, wobei er aber immer auch bestrebt war, Bestehendes, soweit es gut und zeitgemäfs war, zu erhalten.

Besondere Aufgaben boten sich ihm während des Krieges und in der Nachkriegszeit. Er erwarb sich hervorragende Verdienste um die Wiederinstandsetzung der durch die Kriegswirkungen zerstörten Bahnlinien.

Bei der Neuordnung der Verwaltung der österreichischen Bundesbahnen im Jahre 1923 wurde er als Vorstand der Fachgruppe für Bahnerhaltung, Bahnaufsicht, Oberbau und Sicherungswesen in die neu gegründete Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen berufen. Sein lebhafter Geist fand sich sofort in die neuen Verhältnisse, an deren Ordnung er in hervorragender Weise mitwirkte. Bezeichnend für sein richtiges Erkennen der Zeitbedürfnisse ist sein wirtschaftlich weitreichender Vorschlag auf Auflassung der Schranken auf Hauptbahnen, den er auch in allen Einzelheiten selbst ausarbeitete und im Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen als Antragsteller vertrat.

Ministerialrat Hatschbach war stets ein vorbildlicher Beamter, ein aufrechter Mann, ein aufrichtiger Berater und gerechter, fürsorglicher Vorgesetzter seiner Untergebenen.

Wer seinen Arbeitsdrang und seine Energie kennt, weifs, dafs für ihn der Ruhestand nicht Rasten und Ruhen bedeutet. Möge er sein Interesse und seine wertvollen Eigenschaften auch weiterhin den fachlichen Fragen des Eisenbahnwesens widmen.

## Bücherbesprechungen.

**Bleich, Eiserne Brücken.** Verlag Julius Springer, Berlin. Preis ℳ 37,50.

Der Verfasser ist in Fachkreisen durch seine bisherigen Veröffentlichungen bereits weit bekannt. Das vorliegende Buch darf zu den besten Werken über die Theorie der Eisenbrücken gerechnet werden, die bisher erschienen sind. Wenn sich Bleich auch auf den rechnerischen Nachweis der Spannungen beschränkt, ohne auf die bauliche Gestaltung weiter einzugehen, als es für seinen Zweck unbedingt nötig ist, so bringt er doch mit seltener Vollständigkeit die Grundlagen der bisher gebräuchlichen Rechenmethoden für alle Glieder der eisernen Brücken und füllt manche Lücke aus, die bisher in ähnlichen Werken zu finden waren.

In den ersten beiden Abschnitten behandelt Bleich die angreifenden Kräfte und die dynamischen Wirkungen der bewegten Lasten, ferner die Festigkeitseigenschaften und zulässigen Spannungen unter Berücksichtigung der neuesten Vorschriften der wichtigsten staatlichen Behörden; der dritte Abschnitt behandelt umfassend und übersichtlich die in den letzten Jahrzehnten so viel umstrittene Knickfrage, die besonders heute infolge der Notwendigkeit möglichster Ausnutzung der Baustoffe von ganz besonderer Wichtigkeit ist. In den weiteren Abschnitten behandelt der Verfasser die Anstrengungen der Bauteile auf Zug, Druck, Biegung und Verdrehung, sowie die Niet- und Schraubenverbindungen. Hieran schliefst sich die Berechnung der Fahrbahnteile und der Hauptträger; bei letzteren beschränkt sich der Verfasser im Hinblick auf die bereits vorhandenen zahlreichen, guten Werke über Baustatik auf die Wiedergabe der wichtigsten Grundgleichungen und auf verschiedene gute Hinweise für die Behandlung solcher Aufgaben. Für den Vorentwurf von Hängebrücken und Rahmenträgern gibt der Verfasser recht brauchbare Näherungsformeln. Dann sind ausführlich die Nebenspannungen behandelt; den Abschlufs des Werkes bildet die Berechnung der Wind- und Querverbände sowie der Bogen.

Im allgemeinen darf gesagt werden, dafs der gewaltige Stoff der Berechnung der eisernen Brücken in vorzüglicher und erschöpfender Weise behandelt worden ist. In klarer, knapper Sprache sind die wichtigsten Grundzüge so leicht verständlich dargelegt, dafs das Werk selbst dem weniger geübten Fachmann ein kaum versagender Führer sein wird; aber auch dem erfahrenen Brückenbauer dürfte es eine Fälle von Anregungen bieten.

Reichsbahnrat Lehmann, Dresden.

**Über die Eingliederung der Normungsarbeit in die Organisation einer Maschinenfabrik.** Von Dipl.-Ing. Friedrich Meyenberg. Verlag von Julius Springer, Berlin.

Man mufs dem Verfasser zustimmen, wenn er in dem Vorwort seines Büchleins davon spricht, dafs die Erfolge der praktischen Normungsarbeit bis heute noch verhältnismäfsig gering sind. Es ist daher dankenswert, dafs Meyenberg in klarer und überzeugender Weise die Ursachen aufdeckt, die die Einführung des Normenwerks in die Organisation einer Maschinenfabrik schwierig machen und dann Mittel und Wege angibt, solche Schwierigkeiten zu überwinden. Das Studium des Büchleins bringt die Überzeugung, dafs die grofsen wirtschaftlichen Vorteile der Normungsarbeit nur dann einem Unternehmen zugute kommen können, wenn nicht blofs der Normeningenieur sich darum müht, sondern alle Glieder des Unternehmens vom Normungsgedanken erfafst und durchdrungen sind.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

st, zu der auch
senbauverbandes
absehbare Zeit
ckenbau bilden,
des Eisenbanes
nlungnahme mit
lt worden sind.
Karig.

r und mit zäher,
er sich, gestützt
ht daran, diesen
aber immer auch
zeitgemäfs war,

rend des Krieges
ervorragende Ver-
urch die Kriegs-

r österreichischen
orstand der Fach-
au und Sicherungs-
ektion der öster-
bhafter Geist fand
en Ordnung er in
d für sein richtiges
irtschaftlich wei-
ranken auf Haupt-
selbst ausarbeitete
ungen als Antrag-

ein vorbildlicher
tiger Berater und
Untergebenen.
ergie kennt, weifs,
d Ruhen bedeutet.
len Eigenschaften
Eisenbahnwesens

recht brauchbare
Nebenspannungen
e Berechnung der

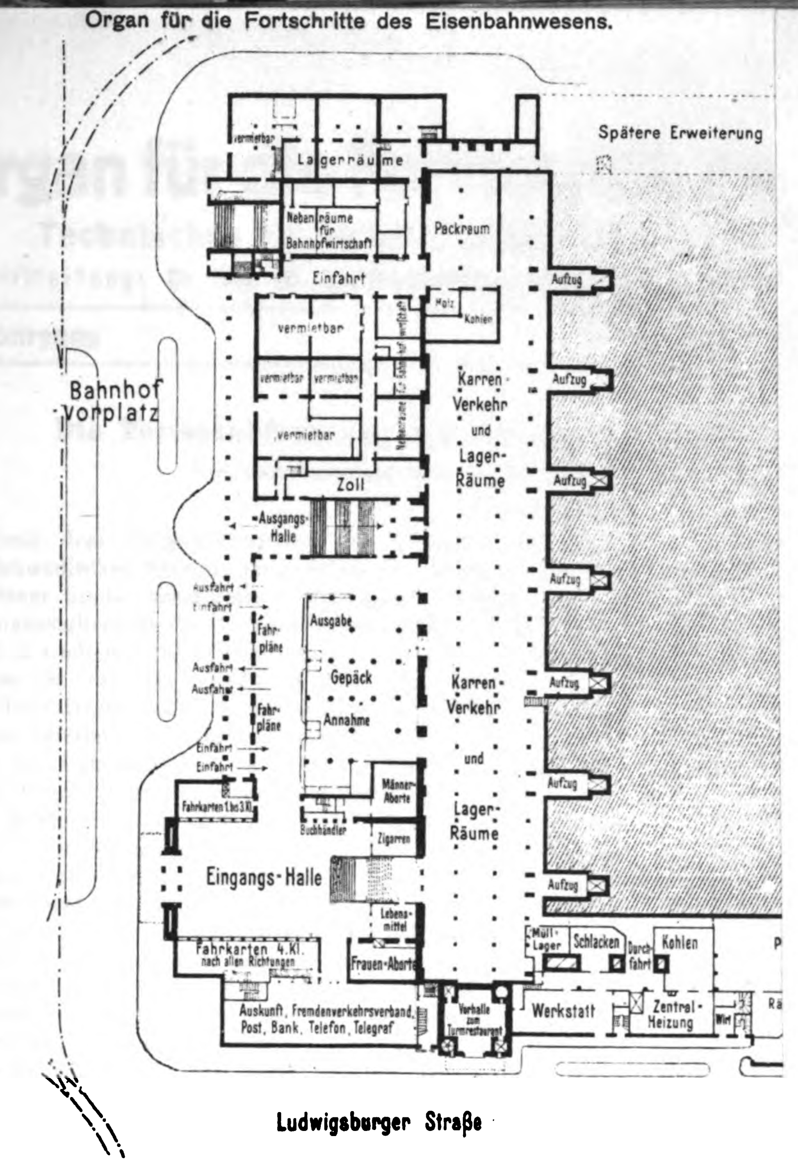
gewaltige Stoff der
und erschöpfender
er Sprache sind die
dargelegt, dafs das
n kaum versagender
Brückenbauer dürfte

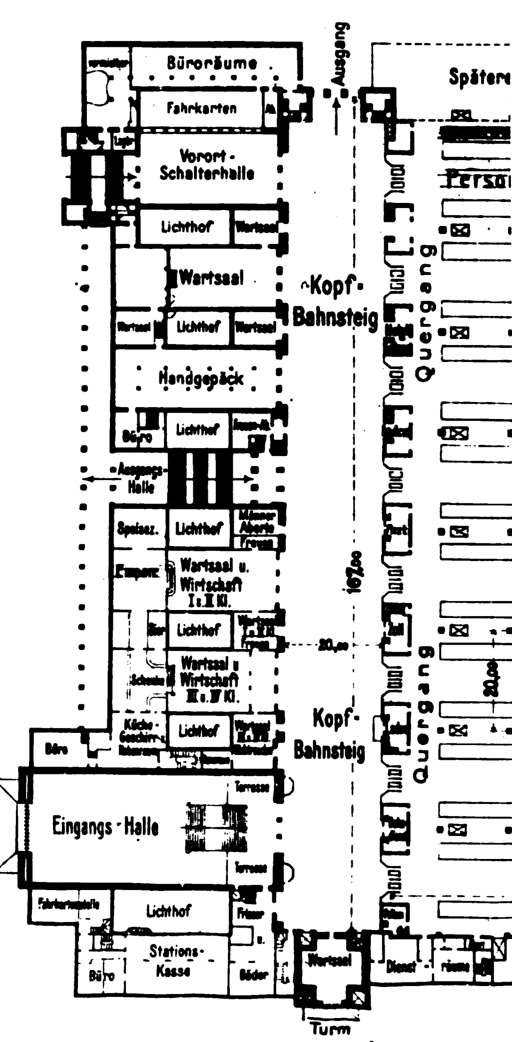
hmann, Dresden.

in die Organisation
drich Meyenberg.

n er in dem Vorwort
olge der praktischen
g gering sind. Es ist
er und überzeugender
ung des Normenwerks
chwierig machen und
keiten zu überwinden.
gung, dafs die grofsen
ur dann einem Unter-
ht blofs der Normen-
der des Unternehmens
ungen sind.

ag in München.



# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

**Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen**

Schriftleitung: **Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg,** unter Mitwirkung von **Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

**80. Jahrgang** | **30. Mai 1925** | **Heft 10**

## Die Torfstaubfeuerung bei den Lokomotiven der Schwedischen Staatsbahnen.

Von Oberregierungsbaurat **R. P. Wagner**, Mitglied des Eisenbahn-Zentralamtes Berlin.

(Hierzu Abbildungen auf Tafel 16).

Dank dem Entgegenkommen der Generaldirektion der Kgl. Schwedischen Staatsbahnen hatte der Verfasser als Mitglied einer Studienkommission Gelegenheit, Umfang und Anwendungsmöglichkeit der Torfstaubfeuerung für den Lokomotivbetrieb zu studieren. Abgesehen von dem allgemeinen technischen Interesse ist die Torfverwertung als Lokomotivfeuerung für einige Teile Deutschlands, in erster Linie Ostpreufsen, in zweiter auch für Friesland, ernsthaft zu erwägen, weil es sich in beiden Fällen um Bahnnetze mit so dünnem Verkehr handelt, dafs der elektrische Betrieb unter Verwertung des Torfes in ortsfesten Kraftanlagen wegen der hohen Kosten der Streckenausrüstung nicht in Frage kommen kann. Da nun einerseits die Leistung der einzelnen Lokomotive durch die Verwendung geringwertigen Brennstoffes nicht verringert werden darf und andererseits der Bau neuer Lokomotiven mit aufsergewöhnlichen Rostflächen sich verbietet, schliefslich auch die Befeuerung von Hand nicht durchführbar wäre, empfiehlt sich die Vermahlung des Torfes und seine Verfeuerung in Staubform von selbst.

Im folgenden soll gezeigt werden, wie in Schweden die technische Seite der Frage gelöst wurde. Die Anwendung ist eine reine Frage der Wirtschaftlichkeit, d. h. es mufs in jedem Verwendungsfalle geprüft werden, ob sich Torfstaub oder eine gleichwertige Menge einheimischer Kohle auf dem Tender billiger stellt.

Die schwedischen Staatsbahnen gewinnen den Torf aus einem Moor in der südschwedischen Provinz Smaaland bei Vislanda und betreiben damit die Bahnstrecke Nässjö—Jönköping—Falköping. Das Moor hat 200 ha Fläche und 3 bis 4 m Mächtigkeit. Es ist sichtlich jung, hat im gröfsten Teile des Jahres hohen Grundwasserstand, ist aber nicht künstlich entwässert. Der Torf ist stark faserig und enthält ziemlich viel Einschlüsse, hauptsächlich Baumwurzeln.

Das Moor (Abb. 1, Taf. 16) ist in drei Felder unterteilt, von denen jedes mit einem elektrisch betriebenen Eimerbagger einfacher Bauart abgebaut wird. Der Bagger fördert das Rohgut über Tage, wo es durch Förderwagen und durch einen mit Drahtseil elektrisch betätigten Ausbreiter ausgelegt und längs und quer geschnitten wird, so dafs leidlich regelmäfsige Soden entstehen. Nachdem es teilweise getrocknet ist, wird es mit der Hand gewendet. Die Leistung der Anlage ist dadurch sehr eingeschränkt, dafs als Trockenfläche nur die Fläche jedes Gewinnungsfeldes zur Verfügung steht. Bei den örtlichen klimatischen Verhältnissen, die etwa Ostpreufsen entsprechen dürften, ist so nur eine Gewinnungszeit von etwa drei Monaten im Jahre in Ansatz zu bringen. Was darüber hinaus gefördert wird, erreicht nicht mehr Lufttrockenheit und mufs auf dem Felde überwintern. Der Mannschaftsbedarf jedes Baggers ist 8 Mann für die Schicht, von denen 4 auf den eigentlichen Baggerbetrieb und 4 auf das Ausbreiten und Wenden entfallen. Die mechanische Leistung jedes Baggers ist 45 cbm Rohgut in der Stunde, sein Energieverbrauch 60 PS einschliefslich des Feldausbreiters oder, auf die Fördermenge bezogen, etwa 0,4 kW/Std. für 1 cbm Rohgut. Der Wärmeaufwand für die Gewinnung beträgt etwa 1 v. H. der im Torf gewonnenen Wärmemenge.

Wenn man den schwedischen Feldbetrieb mit ostpreufsischen Verhältnissen vergleicht, ergibt sich, dafs er dort wesentlich anders ausgestaltet werden kann. Die ostpreufsischen Moore sind bis zu 24 m mächtig; das bedeutet, dafs bei Anwendung des Lufttrockenverfahrens auf jeden Meter Baggervorschub eine sechs- bis achtmal so grofse Trockenfläche erforderlich ist wie in Vislanda. Setzt man nun eine nicht zu kleine, wirtschaftlich arbeitende Gröfseneinheit für den Bagger voraus, so würden die Förderkosten für Verteilung, Wenden und Aufladen des Rohgutes sich in unzulässigem Mafse erhöhen, selbst wenn man annimmt, dafs für den Grunderwerb keine Kosten entstehen. Es wird demnach eingehend zu prüfen sein, von welchen Förderleistungen an aufwärts die mechanische Vortrocknung (Ma druck o. a.), bezogen auf die Gewichtseinheit des Fördergutes, sich billiger stellt als die Verteilung über grofse Flächen. Daneben wird ebenso eingehend durchzurechnen sein, wie weit die mechanische Vortrocknung, die eine fast ganzjährige Feldarbeit erlaubt, durch intensive Ausnutzung der Anlagekosten für eine wesentlich kleinere Anzahl von Baggern den eigenen Leistungsbedarf wettmacht. Übersteigen die Betriebskosten der Vorpresse nicht die Förderkosten bei Lufttrocknung zuzüglich der Differenz zwischen den Anlage- und Unterhaltungskosten für Sommer- bzw. ganzjährigen Baggerbetrieb, dann dürfte ihre Verwendung geboten sein.

Das lufttrockene Rohgut in Vislanda enthält noch 40 bis 45 Gewichtshundertteile Wasser. Es wird durch elektrische Förderbahnen mit festen Stammgleisen und beweglichen, auf den Trockenfeldern leicht verschiebbaren Rahmengleisen auf Hochbahnen gefördert, die an drei je 250 m langen Lagerschuppen entlang laufen, und von dort abgekippt. Daneben wird im Sommer unmittelbar in die Fabrik gefördert. Das Lagergut in den Schuppen hält das ganze Jahr hindurch eine genügend hohe Eigentemperatur, um Zusammenfrieren zu verhindern. Eine gefährliche Erwärmung kommt beim Stapeln auf 6 bis 7 m Höhe nicht vor, wenn das Gut aus richtigen Soden besteht; müllartiges Gut mufs niedriger gestapelt werden (3 bis 4 m).

Die Fabrik (Abb. 2, Taf. 16) ist eingerichtet worden von der Aktiebolaget Torv in Jönköping, die auch Besitzerin der dort verwendeten Herstellungs- und Maschinen-Patente ist.

Das Rohgut wird vom Fördergleis in einen Trichter abgekippt, in dem es durch eine Quetschmühle nach Art eines Fleischwolfes zerdrückt wird. Über eine Förderschnecke gelangt es in Schleuder-Zerkleinerer, die eine gewisse Ähnlichkeit mit den Holländern in der Papierfabrikation zeigen. Nach dieser mittleren Zerkleinerung läuft es über Blechrüttelsiebe mit 10 mm Lochdurchmesser. Nicht genügend Zerkleinertes wandert zurück vor den Zerkleinerer, das Durchtretende wird in hohen, turmartigen Trockenöfen auf Trockenzustand gebracht (höchstens 15 bis 20 Hundertteile Wasser). Im Trockner, der nach Wunsch im Gleich- oder Gegenstrombetrieb arbeiten kann, gleitet der Torf auf Platten entlang, bewegt durch Förderkratzen; er wird oben eingeführt und fällt von Platte zu Platte. Die Trockner werden (ebenso wie die Kessel des eigenen Kraftwerks) mit lufttrockenem Sodenabfall, Wurzeln und Müll

schlechtester Beschaffenheit in einer Halbgasfeuerung beheizt. Luftüberschufs wird vermieden, die Verbrennungsgase bestreichen das Trockengut unmittelbar. Entzündungen kommen nicht vor, da keine Verbrennungsluft vorhanden ist.

Hinter dem Trockner wird der Torf nochmals doppelt gesiebt, wobei einerseits die schlecht zu vermahlenden stärkeren Fasern als lockerer Filz ausfallen, andererseits durch das zweite (Fein-)Sieb schon ein Teil des Trockenguts hindurchtritt, das der Feinvermahlung nicht mehr bedarf. Das zwischen beiden Sieben Verbleibende wird auf einfachen Steinmühlen mit senkrechter Welle fein ausgemahlen. Die Anordnung der Mühlen entspricht etwa denen älterer Getreidemühlen. Das Mahlgut vereinigt sich mit dem schon vor den Feinmühlen ausgefallenen Feingut, läuft dann über das endgültige Feinsieb, das 900 Maschen auf 1 Quadratzoll enthält (etwa 1,3 Maschen auf 1 qmm) und wird in einen Vorratsbunker von etwa 250 t Inhalt gefördert, der über dem Abholungsgleis steht und in Eisenbeton unten trichterförmig ausgeführt ist (Abb. 3).

Die Fabrik leistet zur Zeit etwa 30 t am Tage oder 8 bis 10 000 t im Jahre. Sie ist errichtet für eine Leistung von 60 t, doch kann die Leistung nur ausnahmsweise in sehr trockenen Sommern ausgenutzt werden, da sie durch den Ertrag des Lufttrockenverfahrens begrenzt ist.

Für das Fördern des Rohgutes vom Felde in das Werk werden je Schicht 4 Mann benötigt und ebensoviele im Werk selbst, dazu kommen je 2 Mann für die Bedienung des Kraftwerks.

Bei dem Torfgewinnungsverfahren in Vislanda ergeben 10 cbm gebaggertes Rohgut etwa 1 t lufttrockenen Torf und 500 kg Torfstaub (einschliefslich der Lufttorfmengen, die zur Herstellung verbraucht werden).

Die Eigenschaften des Torfstaubes werden im Laboratorium des Werkes durch dreimalige Probeentnahme in der Stunde nachgeprüft. Sein Heizwert beträgt 4400 W. E., sein spezifisches Gewicht 0,35. Es entspricht also 1,3 t Torfstaub im Heizwert etwa 1 t mittelguter Kohle. Sein Gestehungspreis im Bunker des Werkes beläuft sich zur Zeit auf 26 bis 27 schwedische Kronen, so dafs bei den Augenblickspreisen für englische Kohle in Schweden kein Vorsprung mehr besteht. Für Ostpreufsen, das auf sehr lange Anfuhrwege für die einheimische Kohle angewiesen ist und weit günstigere Torflager besitzt, dürfte sich der Vergleich wesentlich günstiger stellen.

Für den Transport des Torfstaubes an die Verwendungsstelle und für seine Lagerung liegen die Verhältnisse erheblich einfacher als beim Kohlenstaub. Der Torfstaub ist wenig hygroskopisch und nimmt daher selbst bei längerem Lagern nicht viel Wasser aus der Luft auf. Ebenso ist er in viel geringerem Mafse explosiv als der Kohlenstaub, so dafs besondere Vorsichtsmafsregeln nicht erforderlich sind.

Vom Werkbunker in Vislanda werden die Beförderungswagen durch Schwerkraft mit Torfstaub gefüllt durch kurze Segeltuch-Füllschläuche, die unter den Bunkerabschlufsschiebern fest angebaut sind. Die Wagen sind regelspurige zweiachsige Trichterwagen von 15 t Ladegewicht und 16 t Tragfähigkeit (Abb. 4). Bemerkenswert ist ihr geringes Eigengewicht von nur 10 t; es wurde dadurch erzielt, dafs die Trichterbleche nur 4 mm, die Seitenbleche oben und die Decke nur 3 mm stark sind. Die Wagen sind allseitig geschlossen, haben oben in der Decke mehrere verschliefsbare Deckel, deren Teilung mit den Bunkern in Vislanda übereinstimmt, und sind für Entladung zwischen den Schienen eingerichtet. Unten an den Trichtermündungen sind wiederum kurze Entleerungsschläuche fest angebracht.

Mit diesen Transportwagen wird der Torfstaub auf die drei Bekohlungsbahnhöfe Nässjö, Jönköping und Falköping der mit Torfstaub betriebenen Strecke Nässjö—Falköping verteilt. Die Bunkeranlagen sind als Hochbehälter durchgebildet; die Regelausführung fafst 60 t Staub. Ursprünglich waren sie in Holz ausgeführt; nachdem aber zwei davon abgebrannt waren, wurden diese durch solche aus Eisenbeton ersetzt (Abb. 5). Der nicht abgebrannte Holzbunker in Nässjö ist nunmehr etwa sieben Jahre im Dienst, so dafs man mit Sicherheit annehmen kann, dafs die Brände entweder auf anfängliche Schwierigkeiten bei der Staubherstellung oder auf solche Gründe zurückzuführen sind, die aufserhalb der Torfstaubfeuerung liegen.

Die Bunker stehen zweifüfsig über dem eigentlichen Bekohlungsgleis; der Beförderungswagen wird auf einem Nebengleis durch Schwerkraft in einen unter SO. liegenden Trichter entleert, wobei seine Deckelklappen geöffnet werden müssen, um Entstehen von Unterdruck zu vermeiden. Aus dem Trichter wird der Torfstaub durch einen Becherförderer dem Bunker zugeführt. Unter dem Bekohlungsbunker liegen besondere Mefstrichter, in die der Staub zuerst fällt und in denen er durch eine Laufgewichtswage mit Kartendrucker verwogen wird. Erst von dort fällt er wiederum durch kurze Schläuche in den Lokomotivbunker. Die Staubentwicklung beim Be- und Entladen der Wagen und beim Bekohlen der Lokomotiven erwies sich selbst bei kräftigem Winde als unbedeutend und keinesfalls irgendwie feuergefährlich.

Die Ausrüstung der Lokomotiven ist in Abb. 6 für eine 2 C-Personenzuglokomotive dargestellt. Der Kohlenraum des Tenders ist wesentlich verkleinert worden, da nur noch Kohlen für ein kleines Zündfeuer mitzuführen sind. Der Torfstaub ist in einem allseits (auch oben) geschlossenen Bunker untergebracht, der den Wasserraum des Tenders in einer unten spitz zulaufenden Pyramide durchbricht. Die Blechwände des Bunkers sind im Wasserraum aufsen mit Holzwänden gegen den Schwall ausgesteift. Der Bunker der 2 C-Lokomotive fafst 11,8 cbm = 4 t Staub, entsprechend einem Kohlenvorrat von etwa 3 t.

Die Förderung des Torfstaubes in die Feuerung geschieht mit niedriggespannter Druckluft. Für ihre Erzeugung ist auf dem rechten Umlauf der Lokomotive ein Rostgebläse angeordnet, das über ein Zahnradvorgelege von einer kleinen stehenden Zweizylinder-Verbunddampfmaschine von 1,5 bis 2 PS Leistung angetrieben wird. Die Druckluft von etwa 1,20 m Wassersäule Überdruck wird durch eine Schlauchverbindung nach dem Tender übergeleitet zu der unteren spitzen Mündung des Torfbunkers. Hier wird die Druckluft durch einen im Gehäuse längs (senkrecht) bewegten, vom Heizerstand durch Handhebel regelbaren Absperrschieber (Abb. 7) in ein senkrechtes Rohr eingeführt, das von unten in den Bunker eintritt. Über dieses Rohr stülpt sich das nach oben führende Torfentnahmerohr so, dafs das Schieberohr den Entnahmetrichter in Absperrstellung vom Bunker abschliefst. Das Schieberohr ist oben keglig zugespitzt und geschlossen, hat aber an den Kegelflächen eine Anzahl schräg nach oben gerichteter Bohrungen. Wird nun das Schieberohr aus der Absperrstellung (oben) abwärts bewegt, so tritt unten Prefsluft in das Rohr ein, strömt im Rohr aufwärts, dann durch die Bohrungen und bläst den Torfstaub, der durch den nunmehr entstandenen Spalt zwischen Schieber- und Entnahmerohr nachrutscht, aufwärts in dieses. Im Entnahmerohr wird der Staub zur Bunkervorderwand und durch einen Gummischlauch unter dem Führerhausdach zur Lokomotive befördert. Das Nachrutschen des Staubes kann durch eine Handrühr-Vorrichtung gefördert werden, auch mufs von Zeit zu Zeit eine der Deckelklappen des Bunkers durch einen Handzug angelüftet werden, um den Unterdruck im Bunker auszugleichen.

Die Verbrennung des Torfstaubes in der Feuerbuchse erfordert im Gegensatz zu Kohlenstaub keinen besonderen Brenner. Das Entnahmerohr ist oberhalb der Feuertür etwa

700 mm weit in die Feuerbuchse eingeführt und an der Mündung leicht mundstückartig eingezogen. Die Strahlrichtung ist um etwa 30° schräg gegen die Wagrechte nach unten geneigt und nach vorn unter den Feuerschirm gerichtet.

Nachdem verschiedene Arten der Ausmauerung der Feuerbuchse versucht worden waren, zeigte sich, dafs es genügte, den Feuerschirm nach hinten lang zu halten, vorn ohne Zwischenraum gegen die Rohrwand stofsen zu lassen und die kleine Rohrwandfläche unter ihm bis unter den Bodenring herab, die dem Flammenanprall unmittelbar ausgesetzt ist, ebenfalls mit Mauerwerk zu verkleiden. Unterhalb des Feuerschirmes liegt ein Rost von 0,36 qm Fläche, dessen vordere Stabreihe als Kipprost eingerichtet ist. Auf diesem Rost wird ein Zündfeuer aus Kohle unterhalten, doch ist es hierbei nicht notwendig, den ganzen Rost bedeckt zu halten. Es genügen zwei oder drei brennende Kohlenstücke, um sichere Zündung zu erhalten. Die Gröfse der Fläche des Zündrostes ist unabhängig von der Leistung der Lokomotive. Die Fläche von 0,36 qm dürfte für Lokomotiven jeder Gröfse ausreichen. Das Eintreten übergrofser, nutzlos zu erwärmender Luftmengen durch die freien Rostspalten ist durch Drosselung der Luftzufuhr zu dem unter dem Rost liegenden Aschenkasten leicht zu vermeiden.

Die ganze übrige Bodenfläche der Lokomotiv-Feuerbuchse ist voll ausgemauert, nur hinten ist dicht vor der Rückwand noch ein weiter Kanal für die Zufuhr der Zusatzluft eingefügt, dessen Zug durch eine Luftklappe geregelt werden kann.

Wie die Versuche gezeigt haben, ergibt ein Gebläsedruck von 1,2 m Wassersäule in Verbindung mit der beschriebenen einfachen Staubansaugevorrichtung ein gut zündendes Gemisch, dem dann eine je nach der Lokomotivleistung regelbare Menge Zusatzluft durch den hinteren Kanal und durch die freien Rostspalten zugeführt wird. Die Verbrennung ist, soweit zu ersehen war, vollkommen und ganz frei von Schlackenbildung. Die Feuerbrücke und das Schutzmauerwerk werden in sehr geringem Mafse abgezehrt, der Boden der Feuerbüchse und der Rauchkammer bedecken sich mit feinem, weifsen Aschenstaub. Bezeichnend ist, dafs der Funkenfänger aus der Rauchkammer entfernt werden konnte, da keine Funken mehr bis nach vorn gelangen. Im Betrieb hat es sich jedoch als erforderlich gezeigt, einen selbsttätigen, vom Regler abhängigen Hilfsbläser einzubauen, um beim Aufhören der Feueranfachung durch das Blasrohr das Herausschlagen von Flammen aus der Feuertür infolge des Überdruckes in der Einblaseleitung zu vermeiden.

Bei Tenderlokomotiven ist die Feuerungsanlage grundsätzlich der beschriebenen gleich, es fehlen jedoch die Schlauchstücke in der Gebläseleitung und der Staubbehälter ist so gut wie möglich hinter dem Führerhaus untergebracht.

Die Lokomotivausrüstung ist angefertigt von der Aktiebolaget Lindholmen in Motala und ihr weitgehend patentiert. Für die Strecke Nässjö—Falköping sind insgesamt 17 Lokomotiven damit ausgerüstet, deren Verbrauch der Erzeugung der Staubfabrik Vislanda entspricht. Die Umwandlung einer Lokomotive auf Torfstaubfeuerung hat etwa 15000 schwedische Kronen gekostet.

Mit dieser Feuerungsanlage wird im Dauerbetriebe dieselbe Lokomotivleistung erzielt wie mit Kohlenrostfeuerung; z. B. ist die Belastung einer D-Güterzug-Lokomotive mit 50 t Reibungsgewicht auf der Steigungsstrecke von 10‰ auf 700 t angesetzt.

Eingehende Versuchsfahrten, die im Jahre 1915 auf der Strecke Hallsberg—Mjölby stattfanden und von Obermaschineningenieur Flodin veröffentlicht worden sind (Mekanik 1916, Heft 3 vom 8. März), haben dargetan, dafs bei gleicher Anstrengung zweier Vergleichslokomotiven die mit Stückkohle gefeuerte einen Kesselwirkungsgrad von 68,5 v. H., die mit Torfstaub gefeuerte von 73 v. H. erreichte. Die Temperatur der Gase innerhalb der Feuerbuchse war 1670° bei Torf, 1510° bei Steinkohle. Da die kohlebeheizte Maschine neu und der Kessel gänzlich belagfrei war, ergab sich der Brennstoffverbrauch 1,45 kg Torfstaub zu 1 kg Steinkohle für die Erzeugung der gleichen Menge Dampfes gleicher Temperatur.

Als Nutzanwendung für Ostpreufsen erscheint es zweckmäfsig, den Transport des Staubes und die Ausgestaltung der Streckenbunker an das schwedische Vorbild anzulehnen und die Feuerungsanlage auf den Lokomotiven anzupassen. Zum Beispiel könnten G 10 Lokomotiven statt des vorhandenen dreiachsigen Tenders mit 16 cbm Wasserinhalt einen solchen von 20 cbm Inhalt erhalten, dessen Wasservorrat durch den Einbau des Behälters sich voraussichtlich auf 15 bis 16 cbm verringern wird. Vielleicht läfst es sich ermöglichen, den Inhalt des Torfbehälters auf 15 bis 16,5 cbm zu bringen, entsprechend einem Torfgewicht von 5 bis 5,5 t (gleichwertig 3,8 bis 4,2 t Kohlen). Auch die in Ostpreufsen zahlreich vertretenen P 6 Lokomotiven dürften sich für Torfstaubfeuerung eignen, wenn sie mit dem vierachsigen 21,5 cbm-Tender versehen sind. Falls es Schwierigkeiten machen sollte, die ganze für die Kesselauslastung erforderliche Brennstoffmenge durch einen Brenner einzuführen, so ist nicht zu ersehen, warum die Anordnung zweien Brenner nebeneinander nicht durchführbar sein sollte.

Während so ein Mittel gefunden scheint, um den Torf für die Befeuerung vorhandener Lokomotiven nutzbringend zu verwenden, wird man die in letzter Zeit erfolgreichen Bestrebungen nicht aufser acht lassen dürfen, den deutschen Torf zu verschwelen und zu vergasen.

Die Herstellung eines wirtschaftlichen Vergasers würde die Durchbildung einer mit Torf-Sauggas betriebenen Motorlokomotive in den Bereich der Möglichkeit rücken.

## Verstärkung der gewölbten Bahnbrücke km 97 München—Regensburg.

Von Reichsbahnoberrat **Eser**, Regensburg.

Diese in Abb. 1 bis 4 dargestellte Brücke zeigt im Längenschnitt (Abb. 1) und Grundrifs (Abb. 2) die halbe Brückenlänge; die schraffierten Flächen umfassen die durchgeführte Verstärkung. Erbaut wurde die Brücke 1858/59 auf Pfahlrost in Backsteinmauerwerk; nur die unterste Schicht über dem Pfahlrost, der etwa 1 m hoch in Beton gebettet ist, wurde in Kalkbruchsteinmauerwerk ausgeführt. Die Pfeiler sind an den sichtbaren Sockelflächen und im Eckversatz mit Kalksteinquadern verkleidet. Die Pfahlgründung steht im oberen Teile über Grundwasser und ist dort durch Fäulnis geschwächt. Bereits in früherer Zeit ist an einem Pfeiler eine Senkung von 32 mm eingetreten. Im Jahre 1923 mufste diese Brücke wegen Durchlässigkeit der Gewölbeabdeckung und Verwitterung der Aufsenseiten gründlich instand gesetzt werden. Eine Nachprüfung der Standsicherheit wies eine weit über das zulässige Mafs hinausgehende Beanspruchung in den Pfeilerschäften und in der Gründung bereits für den Lastenzug G nach. Im Frühjahr 1924 zeigten sich an den inneren Gewölbeflächen in den Stirnmauern Risse; auch der früher schon eingesackte Pfeiler erhielt an einer Stirnseite einen lotrechten Rifs und senkte sich um weitere 4 mm. Einem Ersatz oder einer Verstärkung der Brücke mufste sogleich näher getreten werden. Das Abwägen der Baukosten führte zur Wahl der Verstärkung nach Abbildung, zumal eine derartige Mafsnahme wegen weiterer Anwendung erprobt werden sollte.

Die drei mittleren Gewölbe erhielten Traggewölbe aus Eisenbeton, die sich auf die gleichfalls eisenarmierte Betonverstärkung der Pfeiler stützen. Der Druck der Pfeilerverstärkung

wird von einem eisenarmierten Sohlgewölbe aufgenommen und von diesem auf den Baugrund übertragen. Diese Sohlgewölbe greifen auch mit grober Verzahnung in das Fundamentmauerwerk der Pfeiler ein, um auch die Last dieser Pfeiler aufzunehmen und die Pfahlgründung zu entlasten. Um diese Übertragung

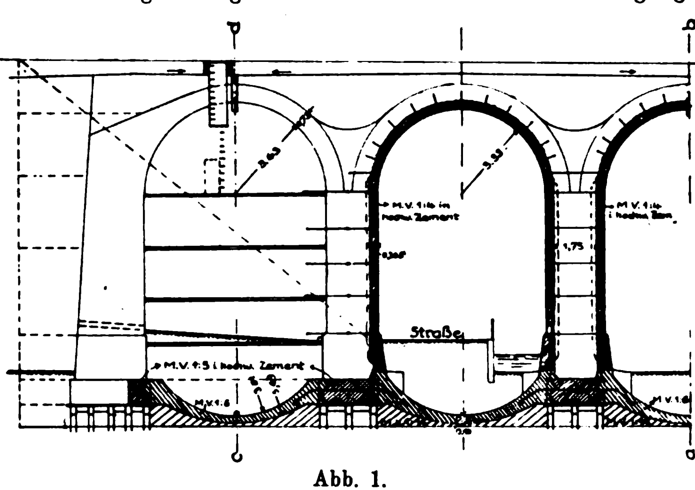


Abb. 1.

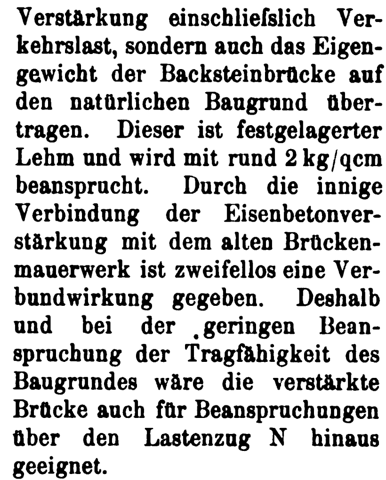


Abb. 3.

Verstärkung der gewölbten Bahnbrücke Km 91 München-Regensburg.

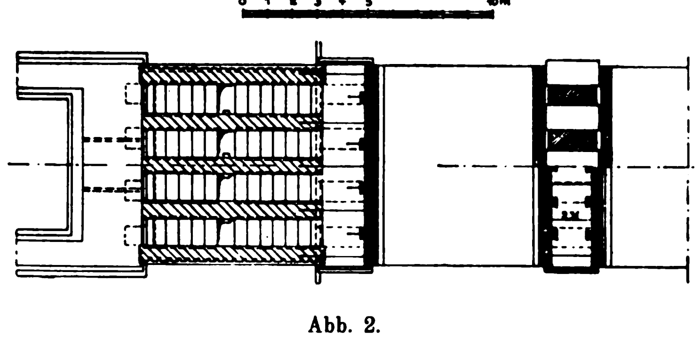


Abb. 2.

Abb. 4.

bei dem etwas mangelhaften Verbande, den das Bruchsteinmauerwerk in der untersten Schicht des Pfeilermauerwerkes aufweist, sicher zu erreichen, wurde dieses an je vier Stellen jedes Pfeilers durch Eisenbetonbalken von 1 m Höhe und 0,80 m Breite ersetzt, deren starke Eisenarmierung in jene der Sohlgewölbe übergreift. Eine Betonschicht unter den Sohlgewölben, welche an jene der Pfahlgründung anschliefst, diente zur Abgleichung der Baugrube und als Lehre für die Sohlgewölbe.

Die Eisenarmierung der Gewölbe- und Pfeilerverstärkung ist durch zahlreiche Eisenanker mit dem alten Mauerwerk der Brücke verbunden, die an den Pfeilern durch das Mauerwerk hindurch greifen und mit Zementmörtel unter Druck befestigt wurden. Weiter sind in den Pfeilerschäften zur innigeren Verbindung mit der Verstärkung schwalbenschwanzförmige lotrechte Nuten ausgespart und die übrigen Berührungsflächen durchwegs mit Prefslufthammer aufgerauht worden.

Der Berechnung der Verstärkung der drei Mittelfelder wurde zwecks Sicherheit und Übersichtlichkeit der Rechnung zugrunde gelegt, dafs die Traggewölbe und die durch Verankerung gegen Ausknickung gesicherten Pfeilerverstärkungen allein imstande sein sollen, die Belastung N einschliefslich der Zuschläge aufzunehmen, so dafs die bisherige Brücke nur ihr Eigengewicht zu tragen hätte. Die Sohlengewölbe sollen nicht nur die Last der Verstärkung einschliefslich Verkehrslast, sondern auch das Eigengewicht der Backsteinbrücke auf den natürlichen Baugrund übertragen. Dieser ist festgelagerter Lehm und wird mit rund 2 kg/qcm beansprucht. Durch die innige Verbindung der Eisenbetonverstärkung mit dem alten Brückenmauerwerk ist zweifellos eine Verbundwirkung gegeben. Deshalb und bei der geringen Beanspruchung der Tragfähigkeit des Baugrundes wäre die verstärkte Brücke auch für Beanspruchungen über den Lastenzug N hinaus geeignet.

Die beiden Endfelder wurden durch je fünf, unter sich wieder mit Eisenbetonplatten verspannte Betonmauern, parallel zur Gleisachse, bis zum Anschlufs an das Gewölbe versteift; die Wirkung der dortigen Gewölbe kann demnach als ausgeschaltet erachtet und der Brückenteil vom alten Widerlager an bis zum nächsten Pfeiler als nunmehriges Widerlager betrachtet werden.

Hinsichtlich der Baudurchführung sei erwähnt, dafs während ihrer Dauer eines der beiden Gleise im Betriebe bleiben mufste und deshalb die Verstärkung in zwei Abschnitten je auf die halbe Brückenbreite herzustellen war. Das Betonieren der Pfeiler und Gewölbeverstärkung erfolgte schichtenweise unter entsprechender, schichtenweiser Hochführung der Schalung und unter Nachstofsen des streng flüssig eingeschütteten Betons, der für diesen Teil mit hochwertigem Zement hergestellt wurde. Nur die beiderseits etwa unter 45° begrenzten Gewölbekappen wurden in Gufsbeton ausgeführt, der von der Brückenfahrbahn aus durch 0,8×0,8 m grofse Öffnungen im Backsteinmauerwerk der Gewölbescheitel mittels beweglicher Verteilungsrohre eingebracht wurde.

Entwurfaufstellung und Bauausführung lagen in Händen der Firma Wayfs und Freytag, Niederlassung München, die sich für die mit Prefsluftbetrieb durchzuführenden Bohrungen, Zementeinpressungen usw. mit der Spezialfirma A. Wolfsholz, Berlin in Verbindung gesetzt hatte.

Die Baukosten belaufen sich einschliefslich jener der Nebenarbeiten auf rund 115 000 ℳ, während eine Blechbalkenbrücke auf 170 000 ℳ veranschlagt war.

## Die Stofslücken im Eisenbahngleis.

Von **R. Scheibe**, Finanz- und Baurat a. D., Klotzsche bei Dresden.

Im »Bulletin des Internationalen Eisenbahn-Kongrefsverbandes«, Band XXV, Nr. 4, April 1911, schreibt der bekannte Fachmann Kramer von der Ungarischen Staatsbahn auf Seite 346:

Der fugenlose Schienenstrang ist beim Vollbahngleis allerdings kaum zu verwirklichen, weniger infolge der zu befürchtenden seitlichen Verwerfungen, gegen die man sich durch geeignete Vorkehrungen wohl schützen könnte, als vielmehr

deshalb, weil die Vollbahnschiene in ihrer jetzigen Ausbildung durch die von den Betriebslasten herrührenden Kräfte allein zu stark beansprucht wird, um auch noch die durch die Unterdrückung der Wärmedehnung verursachten Spannungen aufnehmen zu können. Um hierfür gerüstet zu sein, müfste sie erst bedeutend verstärkt werden, und es ist mindestens sehr fraglich, ob die Mehrkosten, die dies in der Anlage des Gleises herbeiführen würde, durch die im Unterhaltungsdienst zu gewärtigenden Ersparnisse aufgewogen würden. Mehr Aussicht haben geschweifste Gleisabschnitte, die in begrenzter Länge durch entsprechende Stofslücken von einander getrennt sind (150 m, 96 m, 72 und 48 m). Die Messungen haben nicht bestätigt, dafs bei geschweifsten Gleisabschnitten seitliche Gleisverwerfungen zu befürchten sind. Die Temperaturspannungen erreichen bis zu einer Länge von 150 m ein gefährliches Mafs nicht. Abgesehen von der Schwierigkeit der Schweifsung bildet die zwischen den geschweifsten Gestängen vorzusehende grofse Stofslücke ein bedeutendes Hindernis für die Anwendung dieser Gleisbauart. Die bei den Versuchen angewendete Stofsfangschiene ist weit entfernt davon, eine einwandfreie Stofsverbindung zu sein. — (Bis 11 cm Stofslückenweite!)

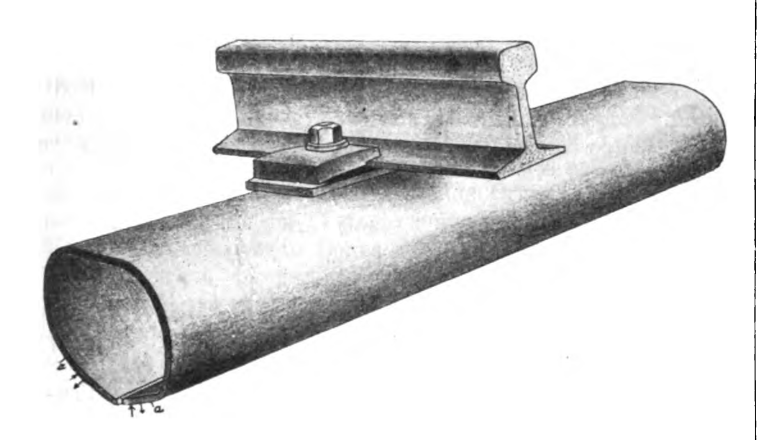


Abb. 1. Starre Schienenbefestigung auf der Scheibe-Hohlschwelle. (Die auf den Schienenkopf ausgeübten Stöfse gehen unvermindert durch die Befestigungsstelle hindurch und werden in minimale Schwingungen der Auflagerflügel um die Punkte „a" umgesetzt.)

Starre Schienenbefestigung auf der Hohlschwelle in der Probestrecke bei Dresden.

158 mm
103
H
8000 kg Schraubenzug
Aufpressung 5200 kg
Deckenverstärkungs Platte
Schwellendecke

Abb. 2.

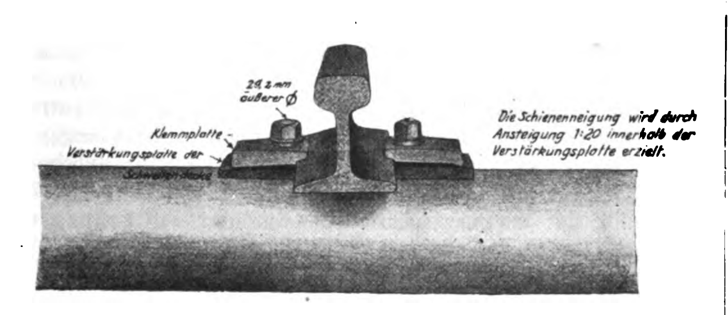



Abb. 3.

Soweit der Kramersche Bericht bei der Kongrefstagung in Bern 1911.

Ob der ungarische Versuch zur Lösung der Frage des lückenlosen Schienenstofses brauchbare Ergebnisse gezeitigt hat, ist nicht bekannt geworden; es ist dies aber zu bezweifeln angesichts der vielen Schwierigkeiten, die der Gleisunterhaltung mit der Handhabung von 48 und mehr Meter langen Schienen erwachsen müssen*).

Der Verfasser dieser Zeilen schlägt nun vor, den Gedanken des lückenlosen Schienenstranges weiter zu verfolgen und zwar unter Verwendung üblicher Schienenlängen und einfachster Verlaschung vermittelst der eisernen elastischen Hohlschwelle bei starrer Schienenbefestigung. Was unter der »starren Schienenbefestigung« zu verstehen ist, wird weiter unten dargelegt.

Die starre Schienenbefestigung vereinigt Schiene und Hohlschwelle zu einem einheitlichen Ganzen derart, dafs alle auf den Schienenkopf abgegebenen Längskräfte sowie Betriebsstöfse und -drücke unvermindert durch die Befestigungsstelle hindurchgehen, um im Querschnitt der Hohlschwelle in kleine Schwingungen der beiden Auflagerhälften und in geringe, vorübergehende Ein- und Vorwärtsverdrückungen der Hohlform in der Fahrrichtung verwandelt zu werden. Dieser Vorgang kann auf der seit Juni 1923 befahrenen Hohlschwellen-Probestrecke bei Dresden an angebrachten Zeigerapparaten beobachtet werden.

Die aufserordentlich starke Aufpressung macht jede Gleitbewegung der Schiene über die Schwelle, also auch die ihrer Längenveränderung, die sonst infolge der Temperatureinflüsse eintritt, unmöglich. Sie ist Veranlassung, dafs bei der Erwärmung der Schiene durch die Sonnenhitze ein Abfliefsen der Wärme nach der eisernen Schwelle und der Bettung stattfindet. Die Wirkung des Wärmezuwachses in der Schiene, die bisher zur Anwendung der Stofslücke zwang, teilt sich allen Gleisbestandteilen (auch der Bettung) mit. Die in der Hohlschwelle dadurch etwa entstehenden Zusatzspannungen rufen nur eine entsprechende Vergröfserung der vorerwähnten elastischen Formveränderungen des Schwellenquerschnitts hervor.

Die Verbindung je zweier Schienenlängen kann unter diesen Umständen ohne Stofslücke durch einfachste Verlaschung erfolgen, deren Verschraubung der Lockerung nicht mehr ausgesetzt ist, weil die Betriebserschütterungen in der Hauptsache wegfallen, da sie sich in kleinen Schwingungen des Schwellenbodens auswirken. An heifsen Sommertagen 1924 war auf der Probestrecke der Wärmeunterschied der Hohlschwellen mit

*) Wir verweisen hierzu auf den Aufsatz von Wattmann, „Schienenschweifsung im Eisenbahnbau", in Heft 7 des „Organ". Anmerkung der Schriftleitung.

starrer und gewöhnlicher Schienenbefestigung mit der Hand feststellbar.

Der Begriff der starren Schienenbefestigung wurde im Materialprüfungs- und Versuchsamte an der Dresdener technischen Hochschule mit Hilfe eines zwischengeschalteten Dynamometers und einer Amslerschen Zerreifsmaschine dahin festgestellt, dafs 29,2 mm starke Hakenschrauben von zwei Arbeitern (je 50 kg Körperkraft aufwendend) mittels eines 1,2 m langen Schraubenschlüssels vom handfesten Zustande ab in acht Sechstel-Umdrehungen der Mutter auf etwa 8 bis 10000 kg Zugspannung (noch unter Streckgrenze) beansprucht wurden. Hierdurch wird eine Gesamtaufpressung der Schiene auf die Hohlschwelle von 10400 kg erzeugt (s. Abb. 1 bis 3).

Ein derartig fugenloser Oberbau würde die bisher beklagten Nachteile des Schienenstofses mit Temperaturlücken nicht aufweisen und trotzdem keine Veranlassung zu Gleisverwerfungen geben; er würde die übermäfsige Abnutzung der Schienenenden vermeiden und infolge der elastischen Anpassung des Schwellenquerschnitts an die jeweilige Radstellung der Fahrzeuge die Schienenabnutzung im allgemeinen vermindern und alle aus der Schienenwanderung und Stofssenkung entspringenden Gleisarbeiten gröfstenteils beseitigen.

Weil deshalb die starre Schienenbefestigung auf der Hohlschwelle einen wirtschaftlichen und technischen Fortschritt ersten Ranges bedeutet, dürfte ihre weitere Ausprobung zu empfehlen sein.

## Internationale Eisenbahnverbände.

Die Leser dieser Zeitschrift wissen, dafs das »Organ« technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen ist. Vielen aber, die nicht unmittelbar in diesem Verein tätig sind, wird der Aufbau und das Wirken des Vereins fremd sein. Es sei deshalb im nachstehenden kurz die Organisation des Vereins und im Zusammenhang damit die anderer grofser Eisenbahnverbände geschildert.

Am 10. November 1846 gegründet, hat der Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen (V. D. E. V.) seit seinem Bestehen nach seinen Satzungen den Zweck verfolgt, »durch gemeinsame Beratungen und einmütiges Handeln das eigene Interesse und die Interessen des allgemeinen Verkehrs zu fördern«. Sein Wirken erstreckt sich demnach hauptsächlich darauf, möglichst vollkommene Einrichtungen auf allen Gebieten des Eisenbahnwesens zu schaffen, um die Verkehrsbeziehungen zu erleichtern. Auf technischem Gebiet, in Betriebs-, Verkehrs- und Verwaltungsangelegenheiten hat der Verein vielfach bahnbrechend gewirkt. Aus dem technischen Gebiet sei nur hingewiesen auf die Herausgabe technischer Vereinbarungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Haupt- und Nebenbahnen, auf die Grundzüge für den Bau und die Betriebseinrichtungen der Lokalbahnen, auf die Übereinkommen, betreffend die gegenseitige Wagenbenutzung und anderes.

Mitglieder des Vereins sind deutsche, österreichische, ungarische und holländische Verwaltungen. Das ganze Netz umfafst gegenwärtig 75723 km.

Die Satzungen des Vereins haben mit seiner Entwicklung im Laufe der Zeit vielfache Änderungen und Ergänzungen erfahren. So stand z. B. ursprünglich die Berechtigung zur Mitgliedschaft jeder Eisenbahnverwaltung als solcher zu. Später (seit 1886) wurde jedoch die Mitgliedschaft an die Voraussetzung der Betriebsführung geknüpft. Die hauptsächlichsten Bedingungen für die Aufnahme neuer Mitglieder sind heute, dafs die Bahnen eine zusammenhängende Länge von 100 km und die volle Spurweite haben, dafs ein unmittelbarer Wagenübergang mit einer Vereinsbahn stattfinden kann, dafs die Bahn mit Dampf oder elektrischer Kraft betrieben wird und dem öffentlichen Personen- und Güterverkehr dient. Andere Bahnen können dem Verein nur angeschlossen werden. Das Verfahren bei der Aufnahme neuer Mitglieder, die Zurechnung von Bahnstrecken der Mitglieder, die Anwendung von Vereinseinrichtungen und die übrige Geschäftsführung sind durch die Satzungen geregelt. Die Organe des Vereins sind: Die Geschäftsführende Verwaltung mit dem Vereinsbüro, die Vereinsversammlung und die ständigen Ausschüsse. Diese sind:

1. Der Ausschufs für die Vereinssatzungen und allgemeine Verwaltungsangelegenheiten (Satzungsausschufs) (Vorsitz: Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen),
2. der Ausschufs für Angelegenheiten des Personenverkehrs (Personenverkehrsausschufs) (Vorsitz: Reichsbahndirektion Stuttgart),
3. der Ausschufs für Angelegenheiten des Güterverkehrs (Güterverkehrsausschufs) (Vorsitz: Gruppenverwaltung Bayern der D. R. G.),
4. der Ausschufs für Angelegenheiten der gegenseitigen Wagenbenutzung (Wagenausschufs) (Vorsitz: Reichsbahndirektion Cöln),
5. der Ausschufs für technische Angelegenheiten (Technischer Ausschufs) (Vorsitz: Direktion der Kgl. ung. Staatseisenbahnen),
6. der Preisausschufs.

Geschäftsordnungen für jeden Ausschufs regeln dessen Arbeitsweise. Alle vier Jahre werden die Ausschüsse von der Vereinsverwaltung neu gewählt. Für besondere Fälle können Sonderausschüsse und gemischte Ausschüsse eingesetzt werden.

Der Technische Ausschufs hat, um sein gewaltiges Arbeitsgebiet bewältigen und die Vorarbeiten beschleunigen zu können, ständige Fachausschüsse eingesetzt, die die Gegenstände zur Beschlufsfassung vorzubereiten haben. Um die Lösung grofser und wichtiger technischer Aufgaben zu fördern, ist dem Technischen Ausschufs durch die Vereinsversammlung 1921 das Recht gegeben worden, auch vereinsfremde Bahnen zur Mitarbeit heranzuziehen, ohne dafs sie Mitglied des Vereins werden müssen. Dies ist namentlich im Elektrotechnischen Fachausschufs schon geschehen und hat dort im Interesse der Arbeiten allgemeinen Anklang gefunden. Die Vereinsversammlung tagt alle zwei Jahre, das Stimmrecht richtet sich hier wie in den Ausschüssen — wenn auch verschieden — nach der kilometrischen Länge der Bahnstrecke. Die Geschäftsführende Verwaltung (seit 1884 die Reichsbahndirektion Berlin) wird auf je vier Jahre in der Vereinsversammlung gewählt. Sie hat die gesamte Geschäftsleitung zu besorgen, eingegangene Anträge den Ausschüssen zu überweisen, die Vereinsversammlung vorzubereiten, zu berufen und zu leiten, sowie die ihr durch die Vereinsvorschriften übertragenen Geschäfte zu erledigen. Zur Besorgung der Vereinsgeschäfte besteht unter der Leitung der Geschäftsführenden Verwaltung das Vereinsbüro.

Aufser dem Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, als dem technischen Fachblatt, gibt der Verein noch die Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen heraus, die allgemeine Aufsätze aus dem Eisenbahnwesen (allgemeine Verwaltung, Organisation, Betrieb und Verkehr usw.) und auch amtliche Bekanntmachungen der Vereinsverwaltungen enthält.

Schliefslich ist noch die Beteiligung des Vereins im Vorstandsrat des Museums von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik in München zu erwähnen. In diesen entsendet

der Verein seit 1904 einen ständigen Vertreter, den der Technische Ausschufs aus seinen hervorragendsten Fachleuten auswählt.

Diesem Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen, der während seines jetzt 78jährigen Bestehens auf allen Gebieten des Eisenbahnwesens anerkanntermafsen Bedeutendes geleistet hat, ist in neuerer Zeit ein weiterer internationaler Eisenbahnverband an die Seite gestellt worden.

Am 1. Dezember 1922 ist der **Internationale Eisenbahnverband (Union internationale des Chemins de fer)** ins Leben gerufen worden, der fast alle europäischen Eisenbahnverwaltungen, auch die dem V. D. E. V. angehörenden Verwaltungen und aufserdem die bedeutendsten chinesischen und japanischen Eisenbahnverwaltungen umfafst. Seine Gründung ist auf eine Entschliefsung in der Verkehrskommission der allgemeinen Wirtschaftskonferenz in Genua im April 1922 zurückzuführen, nachdem schon in der Konferenz zu Porto Rosa 1921 die Anregung hierzu gegeben worden war und auch der Völkerbund im Dezember 1920 in Genf schon beschlossen hatte, seine Mitglieder einzuladen, besonders geeignete Vertreter zu einer »allgemeinen Konferenz über die Freiheit des Verkehrs und der Durchfuhr« zu entsenden. Diese Konferenz hat vom 10. März bis 20. April 1921 erstmalig als »Ausschufs des Völkerbundes für den Verkehr und Transit« in Barcelona stattgefunden. (Art. 23 des Völkerbundvertrages bestimmt nämlich, dafs die Bundesmitglieder die nötigen Mafsnahmen zur Gewährleistung und Aufrechterhaltung des Verkehrs und der Durchgangsfreiheit sowie zur Sicherung einer gleichmäfsigen Behandlung des Handels sämtlicher Bundesmitglieder treffen werden.)

Der Sitz des internationalen Eisenbahnverbandes (UIC) ist Paris. Als Mitglieder werden im allgemeinen Eisenbahnverwaltungen aufgenommen, die 1000 km voll- oder breitspurige Strecken betreiben, in Europa liegen oder Schienenanschlufs an die Strecken der UIC haben und dem öffentlichen Personen- und Güterverkehr dienen. Eisenbahnen oder andere Beförderungsmittel, die die Aufnahmebedingungen nicht erfüllen, können auf Antrag als »angeschlossene Verwaltungen« dem Verbande beitreten.

Gemäfs seinen Satzungen hat der Verband den Zweck, im internationalen Verkehr die Bedingungen für die Anlage und den Betrieb der Eisenbahnen zu vereinheitlichen und zu verbessern. Die Geschäftssprache ist französisch, doch werden alle Urkunden, Abkommen, Vorschriften, die die Länder mit deutscher Sprache berühren, ins Deutsche übersetzt und in beiden Sprachen gedruckt.

Die Organe des Verbandes sind: die Hauptversammlung, das geschäftsführende Komitee und die Ausschüsse. Die Hauptversammlung wird in der Regel alle fünf Jahre in Paris abgehalten und bestimmt für einen Zeitraum von zehn Jahren die mit dem Vorsitz des geschäftsführenden Komitees betraute Verwaltung sowie die Länder oder Ländergruppen, die je ein Mitglied zum geschäftsführenden Komitee entsenden. Ferner bezeichnet die Hauptversammlung alle fünf Jahre eine Anzahl von Ländern, aus deren Verwaltungen die Ausschüsse zu bilden sind. Zur Prüfung bestimmter Fragen kann der Vorsitzende mehrere Ausschüsse zu gemischten Ausschüssen vereinigen.

Das geschäftsführende Komitee setzt sich zusammen aus dem Präsidenten, drei Vizepräsidenten und zehn anderen Mitgliedern. Der Präsident und die drei Vizepräsidenten bilden die Geschäftsleitung, dem ein Generalsekretariat zur Seite steht. Geschäftsführendes Komitee und Generalsekretariat haben ihren Sitz in Paris. Der Präsident und der Generalsekretär ist z. Zt. von der Paris-Orléansgesellschaft, die Vizepräsidenten sind von der deutschen Reichsbahngesellschaft, der London-Brighton and South Coast Railway und der italienischen Staatsbahn gestellt. Die übrigen Mitglieder des geschäftsführenden Komitees gehören z. Zt. den Eisenbahnverwaltungen folgender Länder an: Belgien, Frankreich, Holland, Österreich, Polen, Rumänien, Rufsland, Schweden, Schweiz und Tschechoslovakei.

Die Ausschüsse sind zur Zeit folgende:

1. Ausschufs für den Personenverkehr. Vorsitz: Deutschland.
2. Ausschufs für den Güterverkehr. Vorsitz: Schweiz.
3. Ausschufs für die gegenseitigen Abrechnungen und für Währungen. Vorsitz: Belgien.
4. Ausschufs für den Austausch und die gegenseitige Benutzung der Fahrzeuge. Vorsitz: Italien.
5. Ausschufs für technische Fragen. Vorsitz: Frankreich (Ostbahn).

Aufser den ständigen Ausschüssen kann das geschäftsführende Komitee zeitweilig Ausschüsse zur Prüfung von Sonderfragen einsetzen.

Die Ausschüsse, für deren Geschäftsbehandlung eine Geschäftsordnung aufgestellt ist, bereiten die Beschlüsse der Hauptversammlung vor. Sollen diese verbindliche Kraft haben, so ist, abgesehen von den in den Satzungen und Dienstvorschriften enthaltenen Ausnahmen, erforderlich, dafs sie mit einer Mehrheit von mindestens $^4/_5$ sämtlicher bei der Beratung vertretenen Stimmen gefafst werden und später nicht von $^1/_{10}$ sämtlicher im Verband vertretenen Stimmen Einspruch dagegen erhoben wird. Die empfehlenden Bestimmungen verpflichten sich die Mitglieder soweit als möglich zu beachten. Die Stimmenzahl richtet sich nach der Kilometerzahl der im Betrieb befindlichen Strecken.

Zur Schlichtung von Rechtstreitigkeiten unter den Mitgliedern ist ein Schiedsgericht vorgesehen.

Ein Austritt aus dem Verbande ist nach vorheriger sechsmonatlicher Kündigung zulässig.

Auf Vorschlag des geschäftsführenden Komitees wurde in der Sitzung vom 1. X. 1923 die Gründung einer periodischen Zeitschrift beschlossen, deren erste Nummer im November 1924 unter dem Titel »Zeitschrift des Internationalen Eisenbahnverbandes« vom Generalsekretariat herausgegeben worden ist.

Zur Regelung des Wagenübergangs sind zwei weitere internationale Verbände geschaffen worden, für den Übergang der Personen- und Gepäckwagen der RIC-Verband, für den Übergang der Güterwagen der RIV-Verband.

Der **RIC-Verband** (Abkürzung für die italienische Bezeichnung »Reglemento Internationale Carozza«) ist aus den Verhandlungen der Europäischen Wagenbeistellungskonferenz hervorgegangen. Diese Konferenzen fanden seit dem April 1889 statt. In der Sitzung in Luzern am 7./11. November 1922 wurden die Satzungen des internationalen Personen- und Gepäckwagenverbandes und gleichzeitig eine Geschäftsordnung der europäischen Wagenbeistellungskonferenz und des allgemeinen Teiles zum Übereinkommen für die gegenseitige Benutzung der Personen- und Gepäckwagen im internationalen Verkehr (RIC) aufgestellt.

Nach den Satzungen hat der Verband den Zweck, die gegenseitige Benutzung der Personen- und Gepäckwagen im internationalen Verkehr zu regeln und den europäischen Wagenbeistellungsplan aufzustellen. Der Verband wird von einer geschäftsführenden Verwaltung geleitet und durch die europäische Wagenbeistellungskonferenz vertreten. Die geschäftsführende Verwaltung wird auf die Dauer von fünf Jahren gewählt, gegenwärtig ist dies die Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahnen in Bern. Die Aufgaben der geschäftsführenden Verwaltung sind neben den laufenden Geschäften des Verbandes, der Anfertigung der Niederschriften und dergl., insbesondere die Ausgabe des Übereinkommens für die gegenseitige Benutzung der Personen- und Gepäckwagen im inter-

nationalen Verkehr, die Vorbereitung und Einberufung der Sitzungen der europäischen Wagenbeistellungskonferenz und die Herausgabe des europäischen Wagenbeistellungsplanes (E.W.P.). Der Beitritt zum Verbande ist allen Bahnverwaltungen gestattet, die an internationalen Wagenläufen beteiligt sind, sich den Bestimmungen des RIC unterwerfen und Gewähr für die zuverlässige Durchführung des Übereinkommens bieten. An den Beratungen der Wagenbeistellungskonferenz können auch Schlaf- und Speisewagengesellschaften, deren Wagen über eine oder mehrere Landesgrenzen hinaus verkehren, und die den Betrieb ihrer Wagen selber besorgen, teilnehmen, sie sind jedoch nicht stimmberechtigt. Jede Verbandsverwaltung hat eine Stimme und so viel Zusatzstimmen, als die Zahl 10000 in der Summe der Produkte aus der Zahl der Wagenachsen jedes einzelnen Wagenlaufes, an dem sie nach dem in Kraft stehenden E.W.P. beteiligt ist, mit der Zahl der vereinbarten jährlichen Abfahrten der Wagen des betreffenden Wagenlaufes von ihrer Ausgangsstation enthalten ist.

Die **Europäische Wagenbeistellungskonferenz** hat nach den in der Sitzung in Luzern am 7./11. November 1922 aufgestellten Satzungen und nach ihrer Geschäftsordnung vornehmlich den Zweck, die allgemeinen Wagenangelegenheiten des internationalen europäischen Personenzugverkehrs zu regeln und die internationalen Wagenläufe im regelmäfsigen Verkehr festsusetzen. Als internationale Wagenläufe gelten Wagenläufe, die über die Grenzen eines Landes hinausgehen und an denen mindestens zwei Eisenbahnverwaltungen beteiligt sind. Die Konferenz wird von der geschäftsführenden Verwaltung jährlich einberufen. Bis auf weiteres finden die Sitzungen in Verbindung mit denjenigen der europäischen Fahrplankonferenz statt, und zwar finden allgemeine Verhandlungen und Gruppenverhandlungen statt. In den allgemeinen Verhandlungen werden aufser der Wahl der geschäftsführenden Verwaltung und anderen allgemeinen Angelegenheiten die Abänderungen und Ergänzungen des RIC und die Einteilung des europäischen Wagenbeistellungsplanes behandelt. In den Gruppenverhandlungen werden die einzelnen Wagenläufe des regelmäfsigen Verkehrs festgestellt und die nötigen Sonderabkommen getroffen.

An den Beratungen der Konferenz können teilnehmen: Vertreter der Regierungen der beteiligten Staaten, Vertreter von Bahn- und Dampfschiffverwaltungen, die am internationalen Reiseverkehr beteiligt sind und Vertreter der Schlaf- und Speisewagengesellschaften, deren Wagen über eine oder mehrere Landesgrenzen hinausgehen und die den Betrieb ihrer Wagen selber besorgen. Jede Verwaltung hat eine Stimme und auf je volle 1000 km Betriebslänge eine Zusatzstimme.

Die Regelung der gegenseitigen Benutzung der Güterwagen erfolgt durch den **internationalen Güterwagenverband RIV-Verband** (Règlement pour l'emploi réciproque des véhicules en trafic international). Die Gründung dieses Verbandes ist auf eine Anregung der italienischen Staatsbahnen zurückzuführen, die in der Konferenz in Stresa im April 1921 den Entwurf eines Übereinkommens für die gegenseitige Benutzung der Güterwagen im internationalen Verkehr zur Beratung stellten. Auf Grund dieser Beratungen trat das Übereinkommen am 1. Januar 1922 in Kraft. Der Beitritt zum Verband steht allen dem öffentlichen Verkehr dienenden Bahnverwaltungen frei, die Güterwagen besitzen, die innerhalb des internationalen Güterwagenverbandes verkehren können, die sich den Bestimmungen der Satzungen und des Übereinkommens bedingungslos unterwerfen und die nach Ansicht des Ausschusses hinreichende Gewähr für die zuverlässige Durchführung des Übereinkommens bieten. Organe des Verbandes sind: Die Vollversammlung, der Ausschufs und die geschäftsführende Verwaltung. Die Verhandlungen in den Konferenzen werden in deutscher, französischer und italienischer Sprache geführt.

Der Vollversammlung tritt alle fünf Jahre zusammen, sie hat die geschäftsführende Verwaltung zu wählen und über Änderungen und Ergänzungen der Satzungen und des Übereinkommens zu beschliefsen. Jede Verwaltung hat eine Stimme, aufserdem auf je volle 1000 km Bahnlänge eine Zusatzstimme.

Der Ausschufs besteht aus je einer Verwaltung der folgenden Staaten: Schweiz, Frankreich, Deutschland, Italien, Belgien. Der Ausschufs hat über die Aufnahme neuer Mitglieder zu entscheiden, die Anträge für die Vollversammlung zu prüfen, Streitfälle zu entscheiden und Auslegungsbeschlüsse zu fassen. Jede Verwaltung hat eine Stimme. Mit beratender Stimme können teilnehmen: Verwaltungen, die mindestens 2000 km Bahnlänge haben, und andere Verwaltungen während der Behandlung der von ihnen gestellten Anträge.

Die geschäftsführende Verwaltung (gegenwärtig die Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahnen in Bern) wird von der Vollversammlung auf die Dauer von fünf Jahren gewählt. Sie übernimmt die laufenden Geschäfte des Verbandes, den Vorsitz in den Vollversammlungen und den Ausschüssen, insbesondere auch die Ausgabe des Übereinkommens.

**Internationale Konferenz für technische Einheit im Eisenbahnwesen.** Auf Anregung des schweizerischen Post- und Eisenbahn-Departements hatte im Jahre 1881 der Schweizer Bundesrat die Regierungen der Nachbarländer Deutschland, Frankreich, Italien und Österreich eingeladen, eine Fachmänner-Konferenz zur Besprechung eines »Entwurfes über die Herstellung technischer Einheit für den internationalen Verkehr von Rollmaterial« zu beschicken, jeder Regierung es überlassend, ihrerseits Abgeordnete von interessierten Bahnverbänden oder Bahnverwaltungen zur Konferenz beizuziehen. So kam im Jahre 1882 die erste und 1886 die zweite internationale Konferenz für technische Einheit im Eisenbahnwesen zustande. Es wurden die Grundsätze festgelegt, die beim Bau der Bahnen und der Fahrzeuge zu berücksichtigen sind, um den Übergang der Betriebsmittel von einem Land zum anderen zu gewährleisten. Die dritte internationale Konferenz (Bern 1907) unterzog diese Bedingungen einer Durchsicht und fügte neue Vorschriften über den Unterhaltungszustand der Fahrzeuge und die Beladung der Güterwagen hinzu. Auf Veranlassung der dritten internationalen Konferenz stellte 1909 eine besondere Kommission Bedingungen für eine durchgehende Güterzugbremse und 1911 eine zweite Kommission allgemeine Begrenzungslinien für Güterwagen und die für das Durchfahren von Krümmungen erforderlichen Breiteneinschränkungen der Wagen und Ladungen auf. Nach Genehmigung dieser Kommissionsbeschlüsse durch die einzelnen Regierungen traten die neuesten Bestimmungen der »Technischen Einheit« nach Abänderung des Schlufsprotokolls der dritten internationalen Konferenz vom Mai 1907 in der Fassung vom Jahre 1913 bei allen beteiligten Regierungen am 1. Mai 1914 — Deutschland am 1. Juni 1914 — in Kraft. Vereinbart wurden diese Bestimmungen damals zwischen dem Deutschen Reich, Belgien, Bulgarien, Dänemark, Frankreich, Griechenland, Italien, Luxemburg, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Ungarn, Rumänien, Rufsland, Schweden, Schweiz und Serbien.

Gegenwärtig wird in Erwägung gezogen, eine vierte Konferenz für die »Technische Einheit« einzuberufen. Zu diesem Zweck ist bei den beteiligten Regierungen angefragt worden, ob Vorschläge auf Änderung oder Ergänzung der Technischen Einheit zu machen sind. Gegebenenfalls würden dann auf Wunsch des internationalen Eisenbahnverbandes (UIC) der internationalen Konferenz für Technische Einheit im Eisenbahnwesen auch die von der Generalversammlung der UIC gefafsten Beschlüsse zur Anerkennung unterbreitet werden, damit sie im Verkehr mit den Verwaltungen, die nicht der UIC angehören, anwendbar sind.

Aufser den vorgenannten Eisenbahnverbänden bestehen noch folgende internationaler Art:

1. Der Verband des internationalen Übereinkommens für den Eisenbahnfrachtverkehr (Berner Übereinkommen);
2. das internationale Eisenbahntransportkomitee (Bern);
3. der internationale Verband für die Ausgabe zusammenstellbarer Fahrscheinhefte (Brüssel);
4. der internationale Eisenbahnkongrefsverband (Brüssel).

Ein Eingehen auf diese Verbände dürfte sich jedoch hier in dieser Zeitschrift erübrigen. Es sei nur erwähnt, dafs dem 1885 gegründeten internationalen Eisenbahnkongrefsverband in Brüssel, der seit 1887 die bekannte Zeitschrift »Bulletin de la Commission internationale du Congres des chemins de fer« herausgab, Deutschland, Österreich und Ungarn seit seiner Neugründung als Association internationale des chemins de fer im Jahre 1919 nicht mehr angehören.

Schliefslich sei noch darauf hingewiesen, dafs der UIC-Verband in der Generalversammlung vom 1. Oktober 1923 seine Stellungnahme zu den bestehenden anderen Eisenbahnverbänden dahin festgelegt hat, dafs er den staatlichen Vereinigungen (Ausschufs des Völkerbundes, Internationale Konferenz über die Technische Einheit und Verband des internationalen Übereinkommens für den Eisenbahnfrachtverkehr) das Ergebnis seiner Prüfungen zur Kenntnisnahme weiterleiten wird, und dafs er mit den übrigen Eisenbahnverbänden die nötigen Beziehungen zur Regelung der beiderseitigen Tätigkeit durch Austausch der Tagesordnungen, Niederschriften und dergl. herstellen will.

C.

## Schlüsseltafel für Handverschlüsse an Weichen und Gleissperren.

Von **H. Angermann**, technischer Eisenbahn-Oberinspektor beim Elektrotechnischen Amt Dresden.

In den Fahrdienstvorschriften der Deutschen Reichsbahn ist über »Prüfung der Fahrstrafsen« unter § 23, Punkt 1 gesagt:

»Bevor ein Ein- oder Ausfahrsignal für einen Zug auf Fahrt gestellt und bevor der Auftrag zur Abfahrt eines Zuges erteilt wird, ist zu prüfen, ob die Fahrstrafse frei ist und ihre Weichen richtig stehen.«

Nach Punkt 6 dieser Vorschriften kann von der Prüfung der Weichenstellung abgesehen werden, wenn diese mit dem Signal in Abhängigkeit gebracht ist.

Auf Bahnhöfen mit Stellwerksanlagen ist darnach der Fahrdienstleiter von der Prüfung der Weichenstellungen entbunden; er hat vor Erteilung der Fahrerlaubnis nur zu prüfen, ob die Fahrstrafse frei ist.

Auf Bahnhöfen ohne Stellwerksanlagen sind die Weichen in der Regel mit Handverschlüssen ausgerüstet; der Besitz des Schlüssels bietet die Gewähr, dafs die Weiche in einer bestimmten Stellung verschlossen ist. Auf solchen Bahnhöfen hat der Fahrdienstleiter vor Erteilung der Fahrerlaubnis auch zu prüfen, ob er in dem Besitz sämtlicher Schlüssel derjenigen Handverschlüsse ist, die nach dem Sicherungsplan verschlossen sein müssen.

Zur leichteren Prüfung hat man die Schlüssel an ein Schlüsselbrett nach Abb. 1 aufgehängt. Über den Verschlufszeichen sind Stiftplatten angeordnet, die so ausgebildet sind, dafs sie die Unverwechselbarkeit der Schlüssel erzwingen.

Für kleinere Bahnhöfe mit nur wenigen Weichen und Fahrstrafsen kommt man mit solchen Schlüsselbrettern aus; für mittlere und gröfsere Bahnhofsanlagen mit einer gröfseren Anzahl verschlossener Weichen und Gleissperren werden aber die Schlüsselbretter, wie auch die Abb. 1 zeigt, sehr grofs, so dafs deren Anbringung am g e e i g n e t e n Ort oft recht schwierig ist. Ein Brett mit etwa 16 Schlüsselplätzen und zwölf Fahrstrafsen beansprucht fast 2 qm Wandfläche.

Aufserdem wächst mit der Gröfse des Brettes die Schwierigkeit, die Fahrstrafse zu prüfen, denn das Auge mufs, um zu prüfen, ob die richtigen Schlüssel am Brett hängen, für jeden Schlüssel zwei Wege verfolgen (siehe Abb. 1 Pfeillinie ■⟶ bei Fahrt H $2^b$), einen horizontalen bis zum Verschlufszeichen, dann weiter den senkrechten bis zum Schlüssel. Je länger diese Wege sind, desto leichter ist ein Versehen möglich.

Die Raumfrage und noch mehr der Gedanke einer leichteren und trotzdem sicheren Prüfung hat die Veranlassung gegeben, eine »Schlüsseltafel« nach Abb. 2 herzustellen, die von den vorgenannten Nachteilen frei ist. Insbesondere erkennt man an Abb. 2, die im selben Verkleinerungsverhältnis hergestellt ist wie das Schlüsselbrett in Abb. 1, die bedeutende Raumersparnis.

Die Schlüsseltafel soll nicht etwa ein Schlüssel w e r k sein, durch das irgendwelche mechanische Ausschlüsse geschaffen werden sollen, sondern sie ist ein verbessertes Schlüsselbrett, das dem Fahrdienstleiter selbsttätig sinnfällig anzeigt, ob alle erforderlichen Schlüssel am Brett hängen, sodafs er sich nicht mehr auf sein Gedächtnis zu verlassen braucht, sondern das Auge die Prüfung übernimmt.

Die Schlüsseltafel besteht aus einem Eisenrahmen, auf dem für jeden Schlüssel ein senkrechter Schieber mit Führung befestigt ist (Abb. 3).

Unterhalb der Schlüsselschieber sind zum Aufhängen der Schlüssel die Stiftplatten nach Abb. 4 angeordnet.

Diese haben einen Aufhängestift und zwei Wahlstifte, deren Lage in jeder Platte eine andere ist. Durch die Verwendung zweier Wahlstifte und ihre unsymmetrische Anordnung läfst sich die Unverwechselbarkeit für über 100 Schlüssel schaffen.

Abb. 2 zeigt das Bild der Schlüsseltafel, wenn alle Weichen in G r u n d stellung verschlossen sind (alle plus-Schlüssel hängen an der Tafel).

An dem ohne Unterbrechung durchlaufenden weifsen Streifen ersieht man auf e i n e n Blick, dafs die Weichen für einen auf Gleis 2 durchfahrenden Zug richtig stehen und verschlossen sind.

Die Streifen der Gleise 3 und 6 zeigen schwarze Unterbrechungen, die sich auf der Tafel so deutlich herausheben, dafs die Unbefahrbarkeit dieser Gleise dem Prüfenden scharf ins Auge fällt.

Beim Hinhängen des Schlüssels wird der Schlüsselschieber nach oben geschoben, beim Wegnehmen fällt er durch seine eigene Schwere wieder nach unten. Diese Bewegung ist nun ausgenutzt, um wagerechte f a r b i g e S t r e i f e n zu bilden, die in der Abb. 2 durch verschiedene Punktformen dargestellt sind, weil die farbige Darstellung im Druck technisch zu viel Schwierigkeiten gemacht hätte. Die Schieber sind in verschiedenen Farben (gelb, weifs, hellblau) derart bemalt, dafs durch Hinhängen derjenigen Schlüssel, die im Besitz des Fahrdienstleiters sein müssen, an der Schlüsseltafel von selbst ein 1 cm breiter, in g l e i c h e r Farbe durchgehender Streifen gebildet wird. Jeder Fahrweg, den ein- oder ausfahrende Züge im regelmäfsigen Betriebe benutzen, wird an der Schlüsseltafel durch einen solchen farbigen Schieberstreifen übereinstimmend mit dem Gleisplan dargestellt.

Für nur ein- oder ausfahrende Züge ist ferner dem Fahrdienstleiter ein Mittel an die Hand gegeben, ohne weiteres auch zu sehen, w e l c h e Schlüssel für den hierbei benutzten Gleis t e i l in Betracht kommen, und auf welche nicht geachtet zu werden braucht.

Die einzelnen Schieberführungen bilden nämlich zusammengesetzt einen 4 cm breiten schwarzen Streifen und auf diesem sind Pfeillinien so angebracht, dafs der Fahrdienstleiter d i e - j e n i g e n Weichen und Gleissperren mühelos erkennt, welche für die betreffende Fahrstrafse zu beachten sind.

**+** Weiche muß in Grundstellung verschl. werden.
**—** Weiche muß in umgel. Stellung verschl. werden.
} Schlüssel muß am Brett hängen.

■ Wenn Hereinbringen des Schlüssels Betrieb verzögert Weichenstellung nachprüfen. (F.V. § 23.

**Bf. Schmiedeberg.** (Bez. Dresden)

Hainsberg B C D — A — Kipsdorf H — E F G

**Schlüssel für Sicherheitsschlösser an den Weichen und Gleissperren.**

| | Zuglauf | 1+ | 1− | 2+Gs¹ | | 3+ | 3− | 4+Gs² | | 5+6+ | | 9+10+ | | 13+Gs³ | | 12+Gs⁴ | | 14+ | 14− | 15+ | 15− | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A¹ | Von Hainsberg in Gleis 2. | + | | + | + | + | | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | |
| A² | " " " " 3. | | − | + | + | | | + | + | + | + | | | + | + | | | | | | | | |
| A³ | " " " " 6. | + | | + | + | | − | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | |
| B. | Aus Gleis 6 nach Hainsberg. | + | | + | + | | − | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | |
| C. | " " 2 " " . | + | | + | + | + | | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | |
| D. | " " 3 " " . | | − | + | + | | | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | |
| E. | " " 2 " Kipsdorf. | | | | | | | | | | | | | + | + | + | + | + | | ■ | | | |
| F. | " " 3 " " . | | | | | | | | | | | | | + | + | + | + | | − | ■ | | | |
| G. | " " 6 " " . | | | | | | | | | + | + | + | + | + | + | + | + | | | | ■ | | |
| H¹ | Von Kipsdorf in Gleis 6. | | | | | | | | | + | + | + | + | + | + | + | + | | | | − | | |
| H²ᵃ | " " " " 2. | | | | | | | | | | | | | + | + | + | + | + | | + | | | |
| H²ᵇ | " " " " 3. | | | | | | | | | | | | | + | + | + | + | | − | + | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Abb. 1. Schlüsselbrett jetziger Bauart.

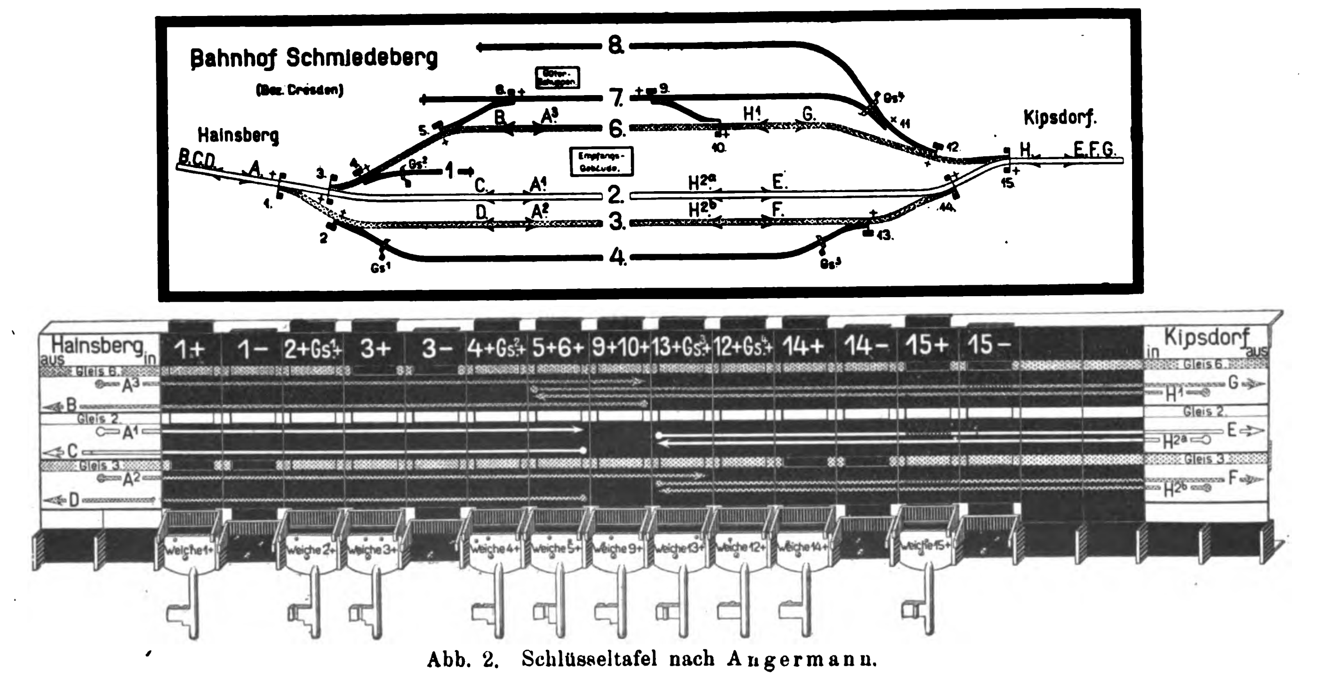



Abb. 2. Schlüsseltafel nach Angermann.

Z. B. sieht man auf Abb. 1, dafs die Einfahrten $A_1$ und $H_{2a}$ sowie für die Ausfahrten C und E richtig stehen und verschlossen sind, weil der über den Pfeillinien der betreffenden Fahrstrafsen liegende Gleisstreifen keine Unterbrechung zeigt.

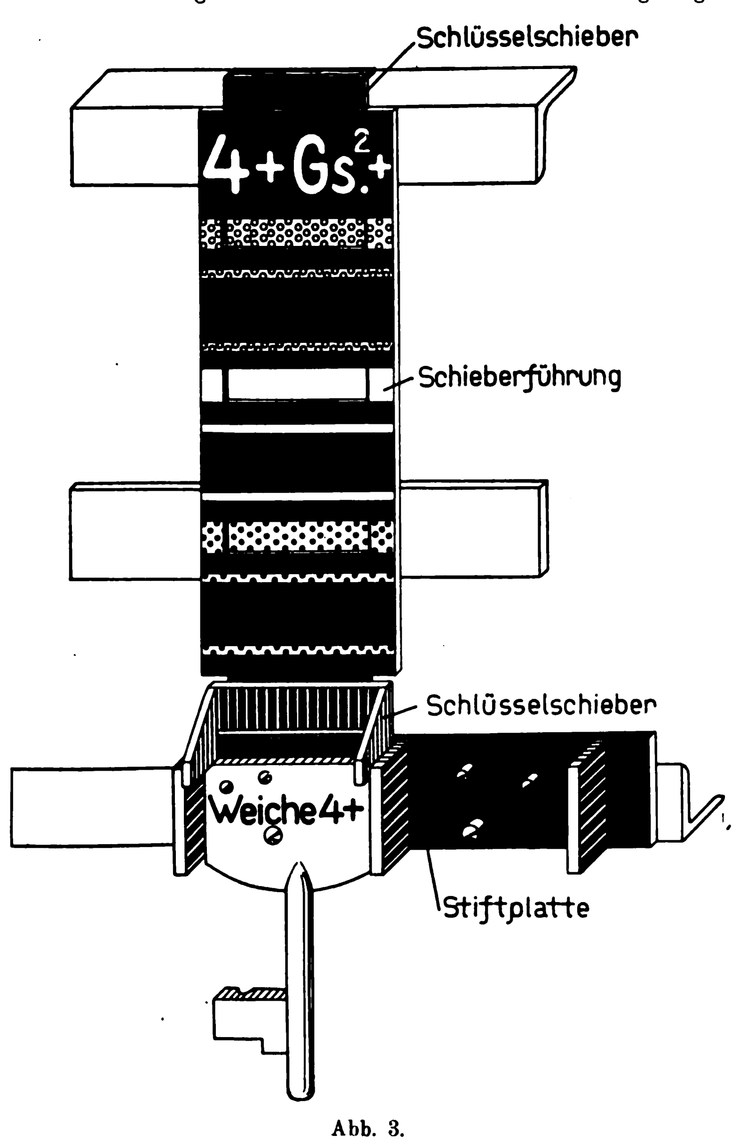



Abb. 3.

Ferner ist bei der Schlüsseltafel auch dafür gesorgt, dafs der Fahrdienstleiter auf solche Fälle besonders aufmerksam gemacht wird, die auf dem Schlüsselbrett Abb. 1 durch ▩ gekennzeichnet sind. Es betrifft dies folgendes:

Wenn das Hereinbringen des Schlüssels den Betrieb verzögern würde, z. B. bei einer sogenannten spitzen Kreuzung, wenn sofort nach einer Personenzugeinfahrt $H_{2a}$ ein Güterzug aus Gleis 6 (Fahrt G) abfahren soll, so kann mit Genehmigung

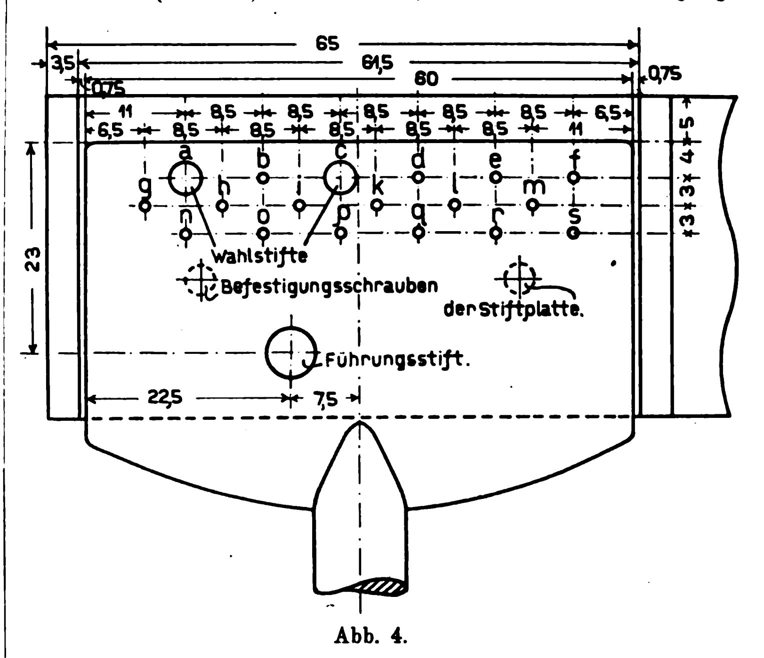



Abb. 4.

der höheren Betriebsaufsichtsstelle der Abfahrbefehl gegeben werden, auch wenn der Schlüssel 15 minus, der erst nach der Einfahrt $H_{2a}$ frei wird, noch nicht an der Tafel hängt, der Gleisstreifen also an der Schlüsseltafel eine Unterbrechung zeigt. Eine solche Unterbrechung ist auf der Pfeillinie rot, in der Abb. 2 XXXXXX gekennzeichnet. Der Fahrdienstleiter wird dadurch aufmerksam gemacht, dafs er beim Fehlen des Schlüssels das Fahrsignal zwar geben darf, aber vorher die Weichenstellung nachzuprüfen hat.

Im Bereiche des Elektrotechnischen Amtes Dresden sind einige solche Tafeln eingebaut. Sie haben sich im Betrieb so gut bewährt, dafs die Betriebsdirektion Dresden für ihre Bahnhöfe mit verschlossenen Weichen nur noch solche Schlüsseltafeln verlangt. Neben der Raumfrage ist die wichtigste Verbesserung gegenüber der jetzigen Schlüsselbretter die, dafs die Fahrdienstleiter bei Nachprüfung der Fahrstrafsen keine Überlegungsarbeit zu leisten haben und sich nicht auf ihr Gedächtnis zu verlassen brauchen, sondern an den Gleisstreifen den Sicherungszustand des Bahnhofes mit einem Blick und mit voller Sicherheit übersehen können. Die fabrikmäfsige Herstellung der Schlüsseltafeln ist im Gange. Ein Muster wird die Verkehrsausstellung in München zeigen.

## Wechselstromfernschreib- und Anschaltfernsprech-Einrichtung der österreichischen Bundesbahnen.

Von Hofrat Ing. **Werner Nouackh.** (Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen.)

Hierzu Abb. 8 bis 10 auf Tafel 17.

Nach dem Kriege ergab sich für die österreichischen Bundesbahnen die Notwendigkeit, die Fernschreib- und Fernsprechanlagen erheblich auszugestalten, um den sprunghaft wechselnden Bedürfnissen des Verkehrs nachkommen zu können. Die Herstellung neuer Leitungen war hierbei mit Rücksicht auf die finanzielle Lage und die erforderliche Zeit meist nicht möglich; es mufste daher getrachtet werden, den angestrebten Zweck durch bessere Ausnützung der bestehenden Leitungen mittels Mehrfachtelegraphie, d. h. Telegraphieren und Fernsprechen bei Benützung derselben Leitung, zu erreichen.

Die bekannten Einrichtungen für Mehrfachtelegraphie waren für die Verwendung bei den Bundesbahnen nicht geeignet, da nur Leitungen aus 4 mm Eisendraht zur Verfügung standen, in die aufser den Endstationen noch eine kleinere oder gröfsere Zahl von Zwischenstationen eingeschaltet waren. Die zu wählende Bauart mufste für lange und kurze Leitungen gleich geeignet sein, durfte keine besondere Abstimmung oder Abgleichung vor Betriebsbeginn erfordern, auch sollte die Handhabung die gleiche wie die des Morsetelegraphen mit Ruhestrom sein. Ferner sollte, abgesehen von den unbedingt nötigen Zusatzeinrichtungen, tunlichst mit den vorhandenen Apparaten das Auslangen gefunden werden.

Obwohl ein vor mehr als 20 Jahren auf der Strecke Wien—Oderberg mit dem Wechselstromtelegraphen Bauart

Piccard unternommener Versuch der ungünstigen Ergebnisse wegen abgebrochen wurde, erreichte man den angestrebten Zweck doch schliefslich durch eine ähnliche Schaltung. Diese wurde im Jahre 1920 entworfen und im Dezember desselben Jahres zuerst auf der 240 km langen Strecke Selztal—Villach mit Erfolg erprobt. Gegenwärtig sind folgende Anlagen im Betriebe: Scheibmühl—Kernhof, Leitungslänge 40 km, 7 Stationen; Linz—Villach, Leitungslänge 360 km, 2 Wechselstromtelegraphen- und 7 Ruhestromtelegraphenstationen. Bei der Anlage Wien-Nordostdirektion—Eisenstadt, Leitungslänge 100 km, 3 Wechselstromtelegraphen- und 13 Ruhestromtelegraphenstationen, wurde die Wechselstromtelegraphen-Einrichtung nach einem längeren einwandfreien Betriebe wieder abgetragen, als dafür wegen Änderung der Organisation kein Bedürfnis mehr bestand. Die Anlage Scheibmühl—Kernhof ist zur wahlweisen Benützung mit Ruhestromtelegraphie und Wechselstromtelegraphie oder Ruhestromtelegraphie und Telephonie eingerichtet, wobei das Umschalten von Wechselstromtelegraphie auf Fernsprechen in einfachster Weise durch Drücken eines am Mikrotelephon angebrachten Tasters erfolgt. Diese Einrichtung eignet sich ganz besonders für Nebenbahnen, wo bisher nur Ruhestromfernschreib-Einrichtung als einziges Verständigungsmittel bestand, wobei die vorhandene Leitung für drei verschiedene Verständigungsmittel verwendet werden kann.

Die Schaltung der Einrichtung ist aus der Abb. 8, Taf. 17 zu ersehen. Auf der Leitung sind die Telegraphen- und Sprechwechselströme dem Telegraphengleichstrom überlagert; in den Stationen erfolgt die Trennung der beiden Stromarten durch den Überbrückungssatz Abb. 9, Taf. 17 (in Stationen, in denen nur die Gleichstromtelegraphen-Einrichtung, jedoch keine Wechselstromtelegraphen- oder Fernsprech-Einrichtung erforderlich ist), und durch den Anschaltsatz, Abb. 10, Taf. 17 (in Stationen, in denen aufser der Gleichstromtelegraphen-Einrichtung auch die Wechselstromtelegraphen- und Fernsprech-Einrichtung eingeschaltet ist).

Der Anschaltsatz ist mit einem zweipoligen Messerschalter ausgestattet, um das Eingrenzen allfälliger Fehler zu erleichtern.

Zur Erzeugung des erforderlichen Wechselstromes wird unter einfachen Verhältnissen der Summer verwendet. Der Summerstrom hat jedoch, seiner Kurvenform wegen, den Nachteil, dafs er eindrähtige, am gleichen Gestänge verlaufende Fernsprechleitungen in unzulässiger Weise beeinflufst. Dieser Nachteil wurde durch die Verwendung von Wechselstrom aus vorhandenen Lichtnetzen, der durch einen 4 Röhren-Glimmlichtgleichrichter in Graetzschaltung in Verbindung mit einem Sendetransformator auf die doppelte Pulszahl gebracht wird, behoben. Nach dieser Bauart wurden die Anlagen Wien—Eisenstadt und Linz—Villach ausgeführt.

Durch die Verwendung des Anschaltsatzes zum Trennen des Gleichstromes vom überlagerten Wechselstrome wurde es auch möglich, das Fernsprechwerk der Regelbauart der österreichischen Bundesbahnen zum Fernsprechen auf Gleichstromtelegraphenleitungen zu verwenden. Dies hat den Vorteil, dafs mit der Regelbauart für alle Zwecke das Auslangen gefunden wird. Bei einer derartigen Verwendung werden aus dem Fernsprechwerke der Induktor und der Wecker durch die Summereinrichtung und Anrufeinrichtung (Dosenfernhörwerk) ersetzt, was in wenigen Minuten durchführbar ist.

Mit Fernsprecheinrichtungen dieser Bauart sind z. B. die Strecken Villach—St. Veit a. d. Glan, St. Veit a. d. Glan—Knittelfeld, St. Michael—Selztal—Bischofshofen ausgerüstet.

## Neuere ortsfeste Wagenkipper.

Von Prof. Dr. **Kessner** und Dipl. Ing. **Bodenburg.**

Die wirtschaftliche Entladung von Eisenbahnwagen hat den Konstrukteuren in den letzten Jahren neue und vielseitige Aufgaben gestellt. Für Schüttgüter, wie Kohle und Erz geschieht die Entladung am zweckmäfsigsten durch Verwendung von Selbstentladewagen, die in der Privatindustrie viel in Gebrauch sind, bei den Staatsbahnen aber vorläufig wenig benutzt werden. Solange für den Selbstentlader noch keine Bauart gefunden ist, die ihn auch zum Befördern von Stückgut geeignet macht, werden die Bahnverwaltungen bei den bewährten offenen Kastenwagen mit seitlichen Türen und aufklappbaren Endwänden bleiben, zumal die Geldmittel zur Beschaffung neuer Wagen, selbst wenn sie für alle Arten Güter gleichwertig wären, in absehbarer Zeit nicht bereitgestellt werden können. Prof. Aumund wies schon vor dem Kriege darauf hin, dass die Einführung von Selbstentladern für den Kohlenverkehr nur dann wirtschaftlich sei, wenn ein für Schüttgut und Stückgut gleichwertiger Wagen höchstens 10 v. H. teuerer wäre als der O-Wagen. Die O-Wagen können in ihrer Längsrichtung bis 50° gekippt werden, ohne dafs Öl aus den Lagern herausläuft. Das Ladegut gleitet bei dieser Neigung aus den geöffneten Endwänden leicht heraus.

Von dieser Entladungsmöglichkeit wird beispielsweise in aufserordentlichem Umfange in den ausgedehnten Hafenanlagen am deutschen Niederrhein Gebrauch gemacht. In Duisburg ist Dank der günstigen Lage am Zusammenflufs von Rhein und Ruhr ein Umschlaghafen von bedeutender Gröfse entstanden.

Wenn auch für diesen Güterumschlag eine grofse Zahl Krane, Getreideheber, Speicheranlagen und dergl. dienen, so dient doch der gröfste Teil der Hafenanlagen dem Kohlenumschlag aus den Eisenbahnwagen in Schiffe.

Eine wirtschaftliche Entladung der Eisenbahnwagen ist jedoch nur durch Verwendung von Kippern möglich, von denen hier nur die in den letzten Jahren bei Fabrikhöfen und Gaswerken bewährten ortsfesten Bauarten besprochen werden sollen. Von den Kippern für Industriehäfen wird hier abgesehen. [Vergl. L. 1*)].

1. Stirnkipper:
   a) ohne Drehscheibe,
   b) mit Drehscheibe.
2. Doppelkipper:
   a) mit Gallscher Kette für Gaswerke und Fabrikhöfe.
   b) mit Triebstockverzahnung für Hüttenwerke. Beide Arten können mit oder ohne Drehscheibe ausgeführt werden.
3. Pendelkipper.

Diese drei Bauarten sollen im folgenden einer kurzen Kritik, unter besonderer Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit, unterzogen werden. Alle Kipper, die das Ladegut unterhalb der Schienen entladen, sind ausser der Entladung in tiefer liegende Fahrzeuge nur in Verbindung mit anderen Förderanlagen zu verwenden, die das Ladegut wieder heben.

### 1. Stirnkipper (Abb. 1).

Der Wagen läuft auf die Kippbühne 1 und wird während des Kippens um die Achse 2 von dem Prellbock 3 oder von zwei Fanghaken gehalten. Der Antrieb des Kippers geschieht durch Elektromotor 4, Vorgelege und Zahnsegment 5, dessen Triebstockverzahnung den Vorteil hat, dafs abgenutzte Bolzen leicht ersetzt werden können, was bei den Zähnen einer Zahnstange oder eines Zahnrades nur schwer möglich ist. Zum Antrieb genügt ein Motor mit 18—25 PS und für starken Betrieb steigend bis 40 PS, je nach der geforderten Leistung.

Bei einer Neigung der Bühne von etwa 45° stürzt das Fördergut in einen unter Flur angeordneten Bunker, dessen

*) Die Bezeichnung L. 1.—L. 4. weisen auf die am Schlufs des Aufsatzes angegebene Literatur hin.

Tiefe verschieden bemessen wird, je nach der Art der Anlage zur Weiterbeförderung des Schüttgutes. Unter dem Bunker oder Trichter wird meist das Becherwerk oder Förderband angeordnet. Die stündliche Leistung der Kipper beträgt 8 — 10 Wagen für mittleren und 15 — 20 Wagen für starken Betrieb. Über die Leistungen dieser Kipper werden von der Deutschen Maschinenfabrik A.-G. folgende Angaben gemacht:

| | für mittlere Betriebe | für starken Betrieb |
|---|---|---|
| Hochkippen u. Zurückkippen der Bühne | etwa 4 Minuten | etwa 1,8 Minuten |
| Kraftverbrauch für einen Kippvorgang (Hochheben und Zurückkippen mit einem 20 t-Wagen) | etwa 0,7 kWh | etwa 0,7 kWh. |

Bei durchlaufenden Gleisen werden an Stelle von Prellböcken Fangarme angeordnet, die selbsttätig hochschnellen und um die vordere Achse des Wagens fassen, sobald der

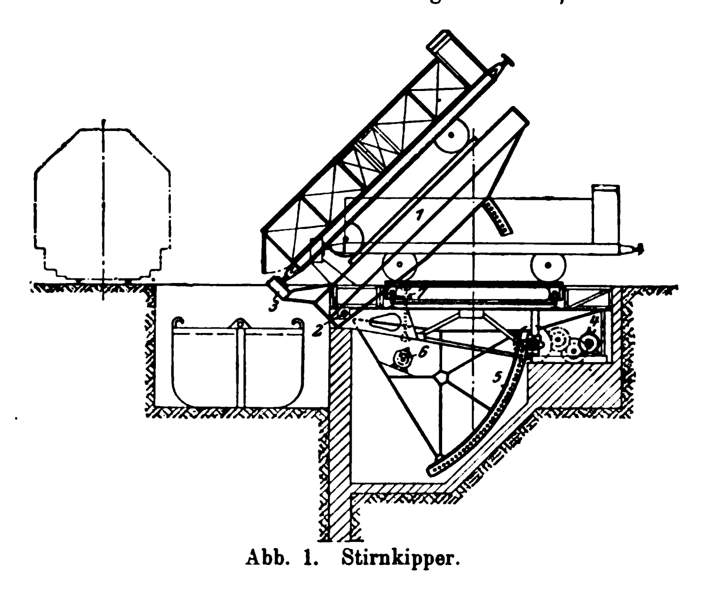


Abb. 1. Stirnkipper.

Spurkranz des Wagens zwei innerhalb der Schienen liegende Hebel herunterdrückt.

Wenn die Bunkeranlage nicht innerhalb der Gleise, sondern seitlich angeordnet werden mufs, ist man gezwungen, Drehscheiben einzubauen, die auch den Vorteil haben, dafs die mit dem Bremserhäuschen nach vorn ankommenden Wagen in die richtige Stellung gedreht werden können. Die Drehscheibe wird von einem besonderen Drehmotor 6 bewegt, der mit Vorgelege eine Triebstockverzahnung 7 betätigt, die unmittelbar an der Drehscheibe befestigt ist. Beim Verriegeln der Drehscheibe von Hand wird der Drehmotor stromlos. Diese Kipper sind in der Anlage teuerer als solche ohne Drehscheibe.

Die Steuerung des Kippers geschieht von einem in der Nähe angeordneten Steuerhaus mit Schaltwalze; für die Verriegelung sind besondere Handhebel vorgesehen. Eine vollkommene Umdrehung der Drehscheibe dauert etwa 40 Sekunden. Sobald der Kipper in der höchsten Lage steht, wird der Strom durch Endausschalter ausgeschaltet. Um ein hartes Aufsetzen beim Zurückkippen zu vermeiden, wird der Strom durch einen zweiten Endausschalter unterbrochen, kurz bevor die Kippbühne die horizontale Stellung erreicht hat. Durch einen Umgehungsschalter wird die Bühne sanft in die Endlage gebracht.

### 2. Doppelkipper (Abb. 2).

Ein Kippen nach zwei Seiten innerhalb des Gleises ist mit Doppelkippern nach Abbildung 2 möglich. In der Ruhestellung liegt die Kippbühne 1 in den beiden Lagern I und II, die einzeln durch eine Haspelsperrvorrichtung 3 verriegelt werden können, je nach dem der Wagen nach rechts oder links gekippt wird. Beim Anlaufen des Wagens auf die Kippbühne 1 greifen Fangarme 2, von links oder rechts, je nach Auflaufrichtung des Wagens, unter die Vorderachse und halten den Wagen fest. Alsdann wird eine der Achsen 1 oder 2, um die der Wagen kippen soll, von Hand verriegelt und der Motor 3 eingeschaltet, der mit 3 Vorgelegen und Gallscher Kette 4 über Rolle 5 den Stempel 6 hochdrückt, bis die Bühne etwa 45° Neigung besitzt. Die freien Kettenenden werden rechts von den Kettendaumenrädern 7 aufgehängt.

Die beiden Druckstempel 6 sind aus Eisenkonstruktion zusammengenietet und werden durch besondere Rollen geführt. Über die Leistungen dieser Kipper werden folgende Angaben gemacht:

| | |
|---|---|
| Zeit für Hochkippen und Zurückkippen | etwa 4 Minuten |
| Motorstärke . . . . . . . . . | 26 PS |
| Kraftverbrauch . . . . . . . . | etwa 0,8 kWh für 20 t-Wagen. |

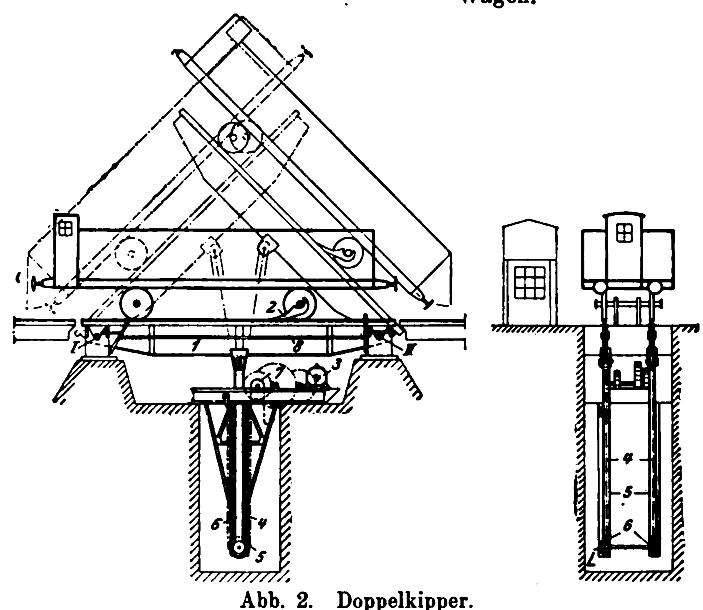


Abb. 2. Doppelkipper.

Bei diesen Kippern sind zu beiden Seiten des Antriebs zwei Gruben für die Bunker und ein besonderer Raum für die Stempel 6 mit Antriebsvorrichtung erforderlich. Bei grosser Leistung der Kippanlage empfiehlt sich an Stelle der beiden Stempel und der Gallschen Kette eine Triebstockverzahnung vorzusehen. Hierbei sind Rollen für die Führung der Triebstockstange und die eingreifenden Triebstockritzel in einem Gehäuse derart angeordnet, dass sie den Ausschwingungen der Zahnstange folgen können. Falls die Kippgruben zu beiden Seiten des Gleises angeordnet werden, ist in die Kippgrube eine Drehscheibe einzubauen.

Die Leistungsangaben sind:

| | |
|---|---|
| Zeit zum Hochkippen und Zurückkippen | etwa 4 Minuten |
| Kraftverbrauch . . . . . . . . | etwa 0,7 kWh für einen Wagen mit 20 t Inhalt. |

### 3. Pendelkipper (Abb. 3).

Wenn nur eine Kippgrube innerhalb der Gleise angeordnet werden kann, der Wagen aber nach beiden Seiten auskippen soll, empfiehlt sich ein Pendelkipper.

Die Kippbühne 1 ruht auf den Laufrädern 2 und ist mittels 4 Hängestangen 3 um die beiden Zapfen 4 des aus Profileisen gebauten Gerüstes 5 nach beiden Seiten hin schwenkbar. Der Motor 6 des Wagenkippers (z. B. für 30 t Tragfähigkeit), dessen Anlasser 7 sich in einem kleinen Steuerhäuschen befindet, treibt über zwei Stirnradvorgelege zwei Kegelräderpaare 8 und durch je ein Stirnräderpaar die Ritzel

der Triebstockverzahnung 9 an, deren Achsen auf Büchsen oder Hohlwellen die Laufräder der Bühne tragen. Die Antriebsvorrichtung ist an der Bühne 1 befestigt, während die Zahnstange 10 fest mit dem Fundament verbunden ist. Soll die Bühne z. B. nach links gekippt werden so rollen die beiden linken Ritzel 9 in der Triebstockverzahnung 10 nach rechts, während die rechten Ritzel mit den Laufrädern sich aus den Zahnstangen und Laufschienen herausheben. Die Bühne stützt sich dann links auf die Laufräder 2, wird vom Ritzel 9 gehalten und hängt rechts an den Zugstangen 3 in den Zapfen 4. Die beiden Zugstangen 3 der linken Seite schieben sich dabei mit ihren Ösen über Zapfen 4 herüber. Beim Kippen in der gezeichneten Richtung werden die beiden Zugstangen links spannungslos. Auch hier sorgen besondere Endausschalter dafür, dass der Motor in der höchsten Stellung selbsttätig ausgeschaltet wird und beim Zurückkippen vor Erreichung der wagrechten Lage ausgeschaltet wird.

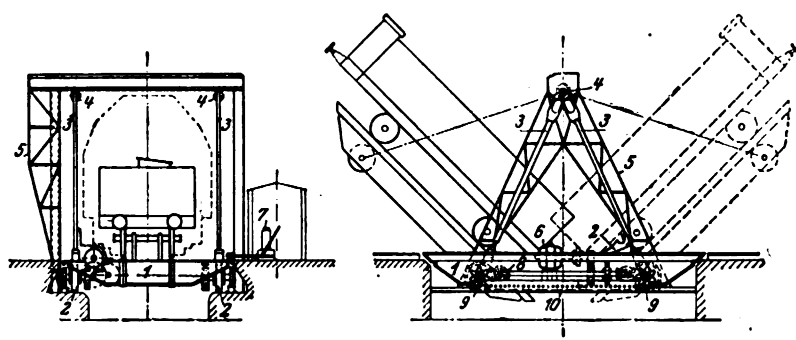


Abb. 3. Pendelkipper.

### Wirtschaftliches.

Die billigste Anlage ist der Stirnkipper ohne Drehscheibe nach 1a. Die Grube zur Aufnahme des Zahnsegments ist hier nicht als Teil des Fundamentkörpers anzusehen, sondern erhält nur eine leichte Auskleidung zum Schutz des Betriebes. Bei den Pendelkippern nach 3 werden tiefe Kippgruben entbehrlich, die Fundamentierung wird daher einfacher und die ganze Anlage billiger. Das Triebwerk befindet sich auf der Kippbühne, ein besonderer Raum im Fundament ist also hierfür nicht erforderlich.

Zur Steuerung und Wartung eines Kippers genügt ein Arbeiter, während für den Rangierbetrieb noch ein oder zwei Arbeiter erforderlich sind.

Mafsgebend für den Wert einer Kipperanlage ist vor allem die Ersparnis an Löhnen und die Unabhängigkeit von der Arbeitswilligkeit einer grösseren Anzahl Arbeiter. Die Anlage wird unter Umständen noch wertvoll durch rasches Entladen der nicht immer gleichmäfsig zugestellten Wagen, wodurch hohe Standgelder erspart werden. Für die Wirtschaftlichkeit des Kippers, d. h. die Entladekosten im Verhältnis zur Kipperleistung, legen wir dem Wirtschaftsdiagramm die Verhältnisse vor dem Kriege zugrunde.

Für die Entladung eines 15 t Wagens durch Arbeiter unmittelbar in eine Grube, wie es auch bei dem Kipper stattfindet, kann für die Vorkriegszeit ungefähr eine Ausgabe von 1,80 ℳ angenommen werden. Die Löhne für die Bedienung des Kippers durch einen Maschinisten und einen Hilfsarbeiter seien eingesetzt mit etwa 0,70 bzw. 0,50 ℳ stündlich. Bei einer Durchschnittsleistung des Kippers von 8 Wagen stündlich würden von einem Wagen von 15 t Inhalt an Unkosten etwa 0,15 ℳ in Betracht kommen. Die Stromkosten betragen bei 0,7 kWh etwa 0,07 ℳ für je 15 t und die Unkosten für Instandhaltung, Schmierung seien durchschnittlich mit 0,02 ℳ angenommen. Die Summe der Betriebskosten für das Kippen eines 15 t Wagens wären demnach 0,15 + 0,07 + 0,02 = 0,24 ℳ. Für einen einfachen Stirnkipper mittlerer Leistung ohne Drehscheibe werden als Anlagekapital 13 000 Goldmark für den Kipper und 8 000 ℳ für die Fundamente eingesetzt. Abschreibungen und Verzinsungen sollen jährlich etwa 2 600 ℳ betragen. Die Wirtschaftlichkeit des Kippers ergibt sich aus den Leistungen der in Abb. 4 dargestellten Schaulinien, bei der als Ordinaten die Betriebskosten, Abschreibung und Verzinsung und als Abszissen die Leistung aufgetragen sind. Aus der Schaulinie ist ersichtlich, dafs die Wirtschaftlichkeit dieses Kippers bei etwa 5—6 Wagen täglicher Durchschnittsleistung beginnt und mit Vergröfserung der Kippzahl rasch steigt, wenn nur die reinen Betriebskosten berücksichtigt werden.

In den Schaulinien für die übrigen besprochenen Kipperarten würde die Kurve der Unkosten einen ähnlichen Lauf zeigen.

Der Kipper kann auch bei kleineren durchschnittlichen Tagesleistungen als 5 — 6 Wagen sich bezahlt machen, wenn z. B. grofse geschlossene Zufuhren, die in längeren Zwischenräumen ankommen, in kürzerer Zeit zu bewältigen sind und die Standgelder, die in den letzten Jahren zur Beschleunigung des Wagenumlaufs besonders hoch gestiegen sind, berücksichtigt werden müssen. Diese Unkosten sind oft von so einschneidender Bedeutung, dass sie, selbst in kleineren Betrieben, ohne Rücksicht auf die sonstigen Ersparnisse, unmittelbar für die Beschaffung eines Kippers ausschlaggebend sein können. Die Ersparnisse an Standgeldern gewährleisten oft noch die Wirtschaftlichkeit des Kippers, auch wenn er manchen Tag aufser Betrieb wäre und der Kipperbetrieb hinsichtlich der Betriebskosten allein keine besonderen Vorteile zu bieten scheint.

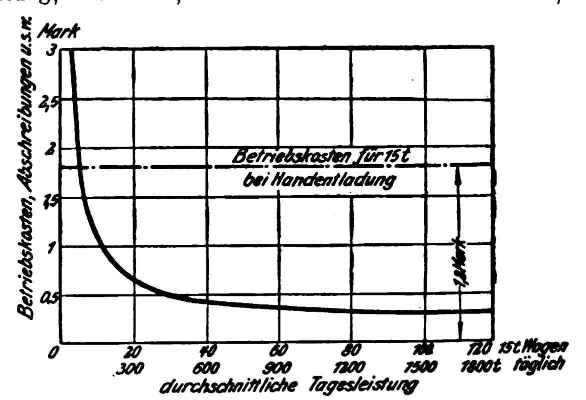



Abb. 4. Wirtschaftsdiagramm.

Für die Eisenbahnverwaltung aber entsteht durch Verwendung von Kippern der Vorteil einer viel rascheren Entladung und damit die Möglichkeit eines rascheren Wagenumschlags für dessen Erreichung ja die Standgelder nur das Mittel sind.

1. Aumund. Die Verladung von Massengütern im Eisenbahnbetrieb. Z. d. V. d. I. 1909, S. 1437.

2. Böttcher & Krahnen. Kipperkatzen-Verladeanlagen. Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft 1922.

3. Krahnen, Wagenkipper. Industrie und Technik, April 1922.

4. Druckschriften der Deutschen Maschinenfabrik A.-G. Duisburg.

# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

## Lokomotiven und Wagen.

**Versuchsergebnisse mit der 2D1-h3 Lokomotive der Lehigh-Valley-Bahn.**

Die Lehigh-Valley-Bahn hat über die Versuchsfahrten, die sie mit ihrer neuen 2D1-h3 Lokomotive angestellt hat und die im Organ bei der Beschreibung dieser Lokomotive*) schon erwähnt worden sind, einen gedruckten Bericht herausgegeben. Nach einem kurzen

*) Organ 1924, Heft 12, S. 285.

Rückblick auf die Geschichte der Dreizylinderlokomotive erfährt der Leser die Gründe, welche die Bahn zum Versuch mit der Dreizylinderbauart geführt haben. Es sind im wesentlichen dieselben, die auch bei uns dafür ins Feld geführt werden. Darauf folgt eine Beschreibung der Lokomotive selber und der Versuche, von denen im folgenden die wichtigsten Angaben und Ergebnisse zusammengestellt sind:

| | Fahrt I | Fahrt II | |
|---|---|---|---|
| Gewicht des Güterzugs ohne Lok. . . . . | 4200 | 3560 | t |
| Durchschnittl. Geschwindigkeit. . . . . . | 29,7 | 29,7 | km/Std. |
| „ Temperatur in den Einströmrohren . . . . . . . . . . . . . . . | 325 | 330 | °C |
| Durchschnittl. Temperatur in den Ausströmrohren . . . . . . . . . . . . . . . | 168 | 155 | „ |
| Durchschnittl. Kesselüberdruck. . . . . . | 13,3 | 13,7 | at |
| Luftverdünnung in der Rauchkammer (vor dem Ablenkblech). . . . . . . . . . | 170 | 154 | mm |
| Wasserverbrauch für 1 PSi/Std. einschliefslich der Hilfsmaschinen . . . . . . . . . | 9,6 | 8,9 | kg |
| Wasserverbrauch für 1 PSi/Std. ohne die Hilfsmaschinen . . . . . . . . . . . | 9,2 | 8,5 | „ |
| Verfeuerte Kohlenmenge in 1 Std. . . . . | 2860 | 2590 | „ |
| Kohlenverbrauch für 1 PSi/Std. einschliefslich der Hilfsmaschinen . . . . . . . . . | 1,31 | 1,16 | „ |
| Kohlenverbrauch für 1 PSi/Std. ohne die Hilfsmaschinen . . . . . . . . . . . | 1,28 | 1,10 | „ |
| Kesselwirkungsgrad . . . . . . . . . . . | 68,81 | 71,73 | % |
| Durchschnittl. indizierte Leistung der Lok. . | 2180 | 2228 | PSi |
| Durchschnittl. indizierte Leistung des rechten Zylinders . . . . . . . . . . . . . . . | 722,4 | 722,1 | „ |
| Durchschnittl. indizierte Leistung des mittleren Zylinders . . . . . . . . . . . . . . . | 764,2 | 803,9 | „ |
| Durchschnittl. indizierte Leistung des linken Zylinders . . . . . . . . . . . . . . . | 693,4 | 702,0 | „ |
| Durchschnittl. Füllung der Lok. . . . . . | 63,8 | 52,4 | % |
| Gröfste indizierte Leistung der Lok.. . . . | 3035 | 2896 | PSi |
| Bei einer Geschwindigkeit von. . . . . . . | 46,5 | 74 | km/Std. |

Eine gröfsere Anzahl von Diagrammen vervollständigt das Bild. Wenn die Lokomotive auch hinsichtlich der Gröfse der Leistung in Amerika noch keine besondere Rolle einnimmt, so scheint sie doch hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit vermöge ihrer günstigeren Zylinderverhältnisse über dem dort üblichen Durchschnitt zu stehen.

R. D.

### Holzfeuerung für Lokomotiven.

(Hanomag-Nachrichten 1924, Heft 133.)

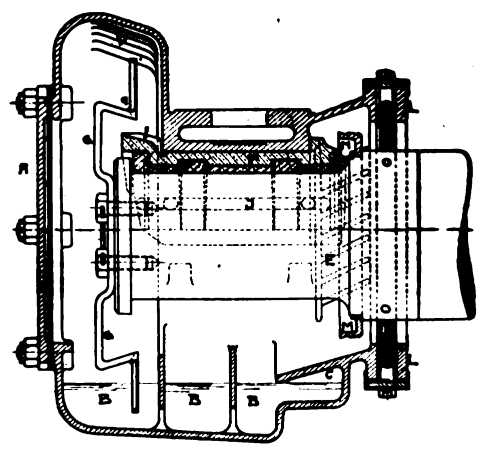
Die Quelle untersucht, inwieweit Lokomotivfeuerungen für Holz von den üblichen Bauarten für Steinkohle abweichen müssen. Die bisherigen Ausführungen von Holzfeuerungen lassen noch jede Einheitlichkeit vermissen und scheinen vielfach vollständig ungenügend. Meist wird schon der Heizwert des Holzes mit 3500 bis 4500 WE (je nach dem Grad der Trockenheit) viel zu hoch angenommen. Man darf für europäische Hölzer höchstens mit 2500 bis 3000 WE rechnen; die tropischen Hölzer ergeben wegen ihres höheren Kohlenstoffgehalts etwas gröfsere Werte. Sofern der Kesselwirkungsgrad bei Verfeuerung von Kohle und Holz zu 65 bzw. 55% angenommen wird, ergibt sich dann, dafs 1 kg guter Steinkohle von 7500 WE in bezug auf Dampfentwicklung etwa 2,5 kg besten tropischen Holzes von 3500 WE gleichwertig ist. Versuche in Norwegen und Finnland sollen ähnliche Werte ergeben haben. Nimmt man also die übliche Rostbeanspruchung für Steinkohle zu 400 kg/qm in der Stunde an, so würde dies übereinstimmen mit rund 1000 kg für Holzfeuerung. Eine solche Beanspruchung erscheint etwas hoch; nach Berichten aus Norwegen, Finnland und Java kann man für gutes Holz etwa bis 800 kg/qm gehen, es wäre also zu derselben Dampfentwicklung, wie sie mit Steinkohle erzielt wird, bei Holzfeuerung eine Vergröfserung der Rostfläche um etwa 25% erforderlich. Aufser dieser Vergröfserung mufs grofser Wert auf zweckmäfsige Durchbildung von Rost und Feuerbüchse gelegt werden. Letztere sollte so tief wie möglich gebaut werden, damit die Höhe der Feuerschicht 300 bis 600 mm erreicht. Die Luftspalten müssen, um eine gute Luftverteilung zu erzielen, so klein wie möglich gehalten werden. Es empfiehlt sich an den Seiten des Rostes einen Ring von 60 bis 80 mm Breite zu legen bzw. den Rost dort ohne Spalten auszubilden, damit keine kalte Luft zuströmen kann. Aufserdem müfste Steinkohle für ein Grundfeuer gebraucht werden, da sonst leicht Löcher im Feuer entstehen. Die erforderliche Luftmenge in einer Sekunde errechnet die Quelle zu 1 cbm je qm Rostfläche für gute Steinkohle und zu 0,86 cbm je qm Rostfläche für bestes Holz. Wenn es gelingen würde, durch die geschilderten Änderungen der Bauart von Stehkessel und Rost den meist zu hohen Luftüberschufs herabzudrücken und auf denselben oder einen noch niedrigeren Wert zu bringen wie bei der Kohlenfeuerung, könnten auch für Lokomotiven mit Holzfeuerung beträchtlich gröfsere Kesselleistungen erwartet werden. Es wäre hierzu die Strahlung in vermehrtem Mafs auszunützen, indem man den Schwerpunkt der Wärmeübertragung von den Rohren nach der Feuerbüchse verlegt, d. h. den Hauptteil der Wärmeübertragung der Feuerbüchse überläfst und den Rundkessel nicht gröfser als für Kohlenfeuerung ausbildet.

R. D.

### Achsbüchse »Isothermos«.

Mit einer neuen Bauart von Achslagern, Isothermos genannt, sucht das Eisen- und Stahlwerk Walter Peyinghaus in Egge bei Volmarstein a. d. Ruhr verschiedene Mängel der üblichen Achsbüchsen zu beseitigen und eine Verbesserung der Schmierung zu erzielen.

Das Achslager ist für Oberschmierung eingerichtet, wobei das Schmieröl durch einen, an der Stirnfläche des Achsschenkels festgeschraubten Schleuderstab in Rillen des Gehäuses geschleudert wird, von wo aus es durch Schmiernuten in der Lagerschale der Lagergleitfläche zugeführt wird. Die ganze Ausrüstung besteht aus dem Achslagergehäuse mit Deckel A, dem Schleuderstab G, der Lager-



Achsbüchse Isothermos.

schale F, dem Ölfangring M und dem Staubring O (siehe Abb.). Der Deckel A schliefst mit Hilfe von Dichtungen und von sechs Schrauben das Gehäuse auf der Vorderseite staubdicht ab. Ein seitlicher Schraubverschlufs (in der Abb. nicht sichtbar) dient für das Füllen mit Öl und für die Einstellung des Ölstandes. Der Boden des Gehäuses ist im Innern durch Zwischenwände in mehrere, in gegenseitiger Verbindung stehende Kammern B, B, B unterteilt, in denen das vom Achsschenkel ablaufende Öl zur Ruhe gelangt und abkühlt. Die geneigte Fläche C verhindert den Austritt von Öl nach dem Staubring zu und führt das vom Ölfangring abgeschleuderte Öl den Kammern B wieder zu. Dem gleichen Zwecke dienen die im hinteren Teil des Gehäuses eingegossenen Rillen E. Die im vorderen Teil des Gehäuses vorhandenen Rillen D leiten das vom Schleuderstab G abgeschleuderte Öl auf die Auskragung der Lagerschale F, von wo es durch Ölkanäle den Gleitflächen zugeführt wird.

Der Schleuderstab ist zweckmäfsig gebogen und an den Enden messerförmig abgeschrägt, damit bei gröfseren Geschwindigkeiten das Öl in der Ölkammer B nicht aufgewühlt, sondern durchschnitten

wird. In dem Winkel des Schleuderstabes bei g befindet sich eine Bohrung, durch welches das Öl, das bei sehr langsamer Fahrt nicht mehr abgeschleudert wird, unmittelbar auf die Lagerschale abtropfen kann. Bei höherer Geschwindigkeit tritt eine entsprechend stärkere Öllieferung über die Rillen D ein. Die Lagerschale F ragt fächerartig über die Auflagefläche des Gehäuses vor, um das von den Rillen D oder der Bohrung g kommende Öl aufzufangen und durch Kanäle und Nuten J dem Achsschenkel zuzuleiten.

Der Ölfangring M ist auf dem Notschenkel warm aufgeschrumpft; er hat ⊔-förmigen Querschnitt und fängt, den Rand der Lagerschale übergreifend, das hier vom Achsschenkel abgeschleuderte Öl auf. Durch die Form des Ringes wird das Öl gegen die Gehäusewand abgeschleudert und von dort in den Ölbehälter zurückgeleitet. Der Staubring O, aus zwei ineinander greifenden Teilen bestehend, wird durch Blattfedern leicht an den Notschenkel gedrückt, um hier staubdichten Abschluſs zu erzielen.

Der Verbrauch an Schmieröl ist bei dieser Achsbüchse sehr gering, so daſs die Wagen von einer Untersuchung bis zur nächsten ohne Nachschmierung laufen können. Auch sollen angeblich Heiſsläufer kaum vorkommen. Versuche mit den Achsbüchsen Isothermos bei der Französischen Ostbahn und in Serbien fielen auch bei niedrigen Temperaturen zufriedenstellend aus. Die Isothermos-Achsbüchse ist bei mehreren Eisen- und Straſsenbahngesellschaften bereits erfolgreich eingeführt.

Pfl.

## Preisausschreiben

### der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Fristverlängerung für die Einreichung der Apparate zum Wettbewerb für die Erlangung eines Spannungs- und eines Schwingungsmessers zur Bestimmung der dynamischen Beanspruchung eiserner Brücken (veröffentlicht im Jahrgang 1924, Seite 368).

Um einerseits den vorgetragenen Wünschen der Bewerber gerecht zu werden und andererseits zur Beteiligung an dem Preisausschreiben nochmals anzuregen, hat die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft sich mit Zustimmung des Preisgerichts entschlossen, die Frist für die Einreichung der betriebsfähigen Apparate

vom 1. Juni 1925 auf den 1. April 1926

zu verschieben. Die ausgesetzten Preise von

8000 ℳ als 1. Preis für Spannungsmesser
6000 „ „ 2. „ „ „
4000 „ „ 3. „ „ „
und 7000 „ „ 1. „ „ Schwingungsmesser
5000 „ „ 2. „ „ „
3000 „ „ 3. „ „ „

bleiben bestehen. Ihre Verteilung erfolgt nach praktischer Erprobung der Apparate, für die eine Dauer von etwa 4 Monaten gerechnet werden muſs.

Das Preisausschreiben ist international. Im übrigen finden die Wettbewerbsbestimmungen des Verbandes Deutscher Architekten- und Ingenieurvereine Anwendung.

Die besonderen Bestimmungen, die angeben, was von den Apparaten unbedingt erfüllt werden muſs und was darüber hinaus nach Möglichkeit noch erreicht werden soll, sind bei dem Eisenbahn-Zentralamt in Berlin abzuverlangen.

Berlin, den 24. April 1925.

**Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft.**
**Eisenbahn-Zentralamt.**

## Bücherbesprechungen.

**Die Beleuchtung von Eisenbahnpersonenwagen** von Dr. Max Büttner. Verlag Julius Springer, dritte vermehrte und verbesserte Auflage.

Seit dem Erscheinen der letzten zweiten Auflage des in Fachkreisen bereits wohlbekannten Buches im Jahre 1912 sind besonders auf dem Gebiet der elektrischen Wagenbeleuchtung so zahlreiche und wichtige Fortschritte erzielt worden, daſs die meisten Kapitel von Grund auf umgearbeitet werden muſsten. Manche veraltete Bauart konnte auf den historischen Teil verwiesen werden, um für die Verbesserungen und Neuerscheinungen Platz zu gewinnen.

Im ersten Teil wird auf 30 Seiten die Beleuchtung mit flüssigen und gasförmigen Brennstoffen behandelt. Hier ist vor allem die Einführung des erhöhten Brenndruckes (1500 mm Wassersäule) von Interesse. Das während des Krieges notgedrungen verwendete Steinkohlengas muſs neuerdings wieder dem Ölgas weichen.

Der zweite Teil zeigt schon durch seinen Umfang von etwa 180 Seiten, wie vielseitig die Möglichkeiten für die elektrische Beleuchtung sind.

Zu unterscheiden ist vor allem die Beleuchtung mit Sammlern, deren Ladeeinrichtungen auſserhalb der Züge liegen, von der Beleuchtung mit Dynamos, die ihrerseits entweder durch besondere Antriebsmaschinen auf der Lokomotive bzw. im Packwagen oder von der laufenden Wagenachse aus angetrieben werden können. Die Beleuchtung kann ferner mehr oder weniger zentralisiert als geschlossene Zug- oder Einzelwagenbeleuchtung durchgeführt werden. Die letztere steht neuerdings im Vordergrunde des Interesses, weil sie die gröſste Freizügigkeit der Wagen ergibt und sich daher insbesondere für den internationalen Verkehr eignet, während die weit billigere geschlossene Zugbeleuchtung wegen der Verschiedenheit der Einrichtungen in den einzelnen Ländern vorläufig noch in der Entwicklung gehemmt ist.

Es ist hier unmöglich, auf die vielen, sehr interessanten Lösungen einzugehen, welche die elektrische Wagenbeleuchtung gefunden hat. Ihre ausführliche Erklärung nimmt den gröſsten Raum des Buches ein. Bemerkenswert ist die Objektivität des Verfassers, mit der er auch den Konstruktionen der Konkurrenz durchaus gerecht wird.

Die Einteilung nach „kontinentalen, englischen und amerikanischen" Bauarten scheint mir aber nicht zweckmäſsig. Für die nächste Auflage würde ich vielmehr eine Einteilung nach den wesentlichsten Systemunterschieden vorschlagen. Das Werk würde an Klarheit gewinnen und manche Wiederholung würde sich erübrigen. Die auch in dieser Auflage noch behandelte Bauart Stone-Franklin hat infolge des Überganges der Firma an die Safety Car Company jetzt wohl nur noch historisches Interesse.

Die Vereinheitlichung der Systeme hat in Amerika schon zu bemerkenswerten Ergebnissen geführt. Im wesentlichen bestehen dort nur noch vier Hauptbauarten, von denen drei (Safety, Gould und U. S. L.) als Generator eine einfache Nebenschluſsmachine und als Regelorgan eine Säule aus Kohlenscheiben benutzen. Die Unterschiede in den Apparaten sind fast nur noch baulicher Art, so daſs häufig Maschinen der einen Firma mit Reglern einer anderen zusammenarbeiten. Auch in Deutschland wäre eine Vereinheitlichung dringend zu wünschen. Darauf zielende Arbeiten sind im Gange.

Auf Seite 206 finden sich Berechnungen, welche auf Preisen aus der Inflationszeit beruhen und deren Zahlenwerte uns jetzt schon — zum Glück — recht fremdartig anmuten. Es dürfte sich empfehlen, die Werte auf Goldmark umzurechnen, weil ein flüchtiger Leser sonst zu Irrtümern verleitet wird.

Die Abbildungen sind meist gut; einzelne Schaltbilder z. B. die der Gould- und Safety-Bauart würden aber deutlicher und leichter verständlich werden, wenn die ganz unwesentliche Verteilungsschalttafel weggelassen und dafür die übrigen Apparate und Leitungen in gröſserem Maſsstabe gezeichnet würden. Diese kleinen Schönheitsfehler können indessen den Wert des Buches in keiner Weise beeinträchtigen. Es kommt gerade rechtzeitig, um vielen, die jetzt mit der Einführung der elektrischen Zugbeleuchtung beschäftigt sind, Rat und Auskunft zu geben. Bei dem allgemeinen Interesse, dem der Gegenstand heute begegnet, dürfte auch der buchhändlerische Erfolg nicht ausbleiben, zumal die Ausstattung des Werkes sehr gut ist.

M. Breuer.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.



Abb. 1 bis 7. Zum Aufsatz. Die Torfstaubfeuerung bei den Lokomotiven der Schwedischen Staatsbahnen.

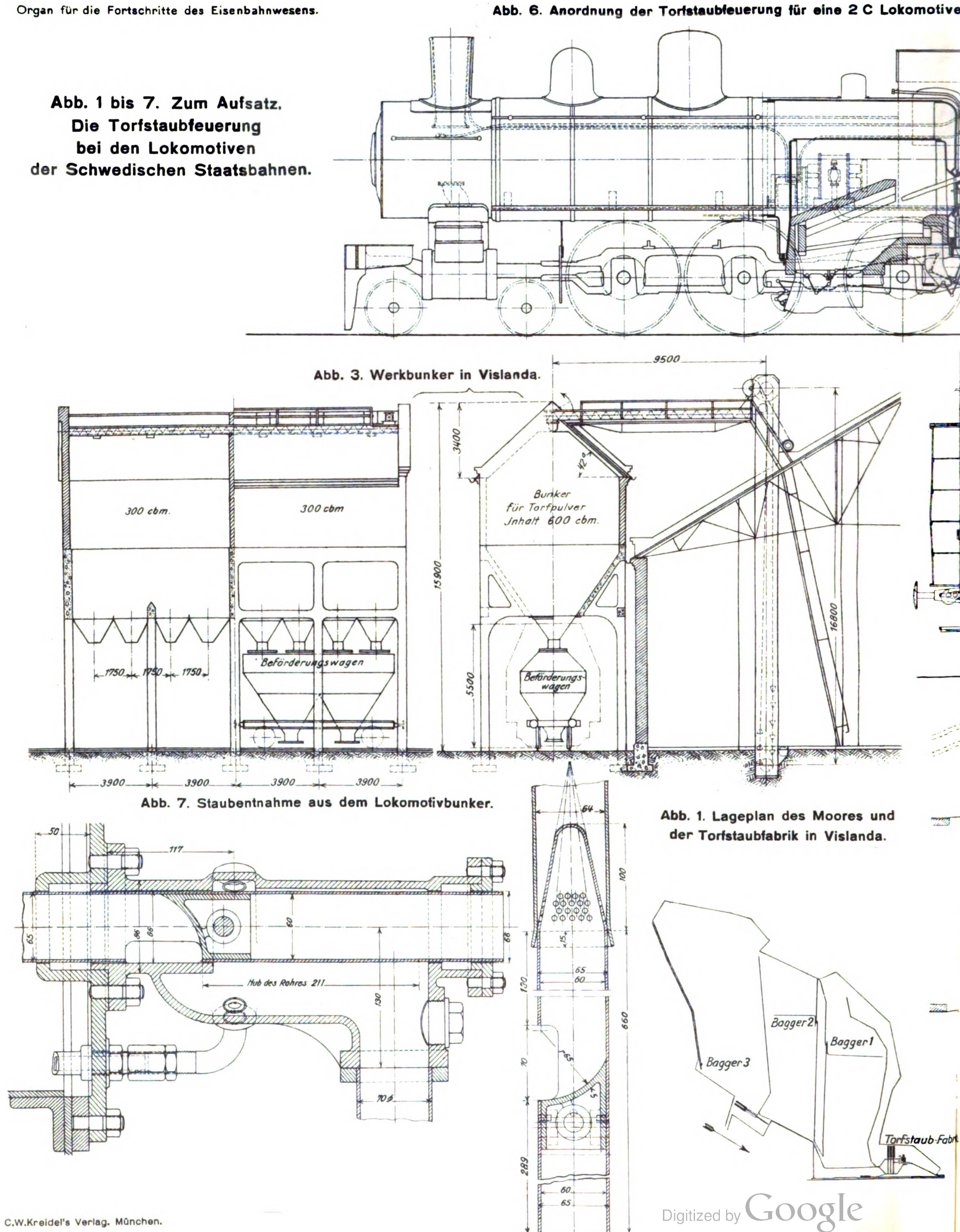



Abb. 6. Anordnung der Torfstaubfeuerung für eine 2 C Lokomotive

Abb. 3. Werkbunker in Vislanda.

Abb. 7. Staubentnahme aus dem Lokomotivbunker.

Abb. 1. Lageplan des Moores und der Torfstaubfabrik in Vislanda.

C. W. Kreidel's Verlag. München.

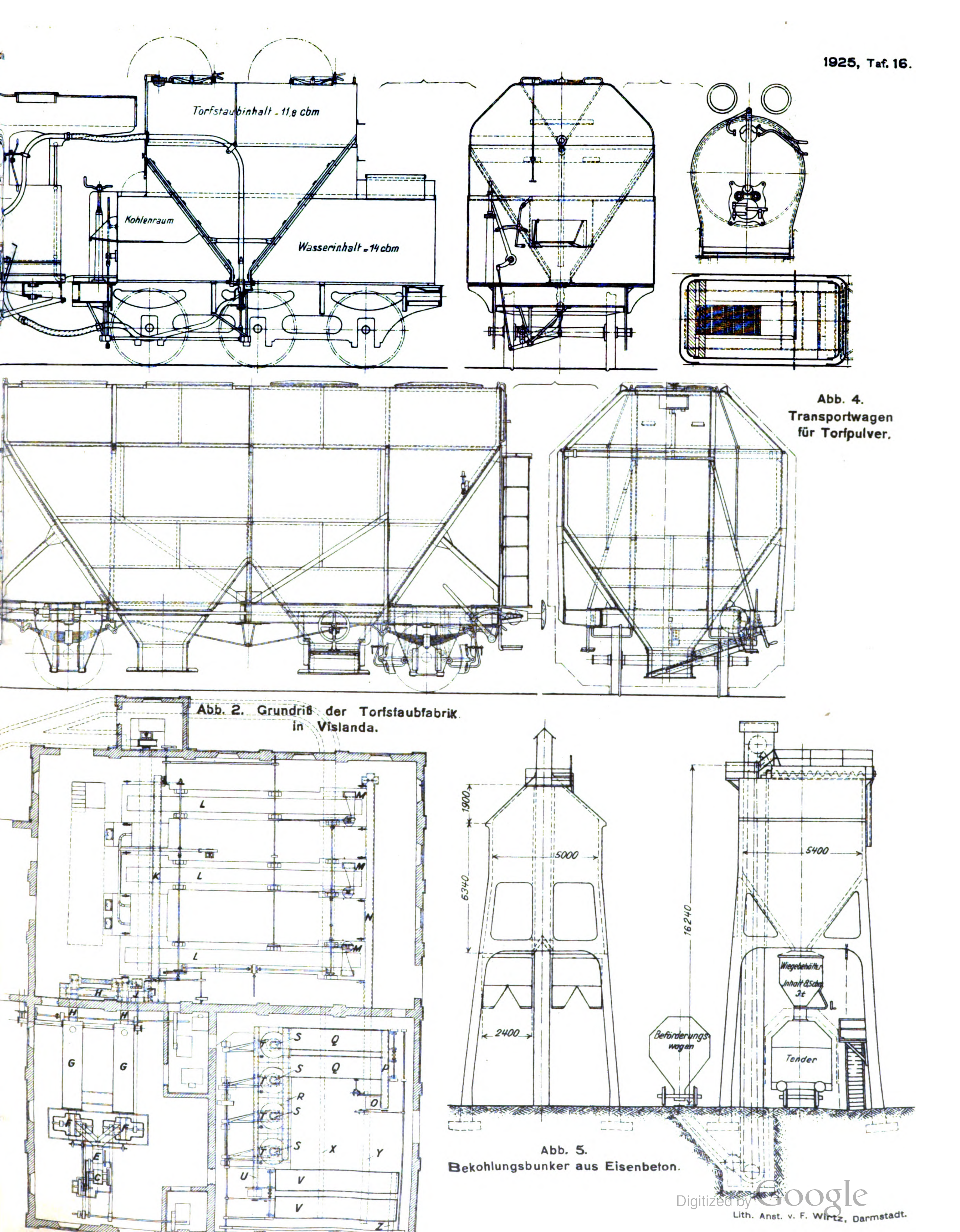


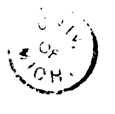

Abb. 4. Transportwagen für Torfpulver.

Abb. 2. Grundriß der Torfstaubfabrik in Vislanda.

Abb. 5. Bekohlungsbunker aus Eisenbeton.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



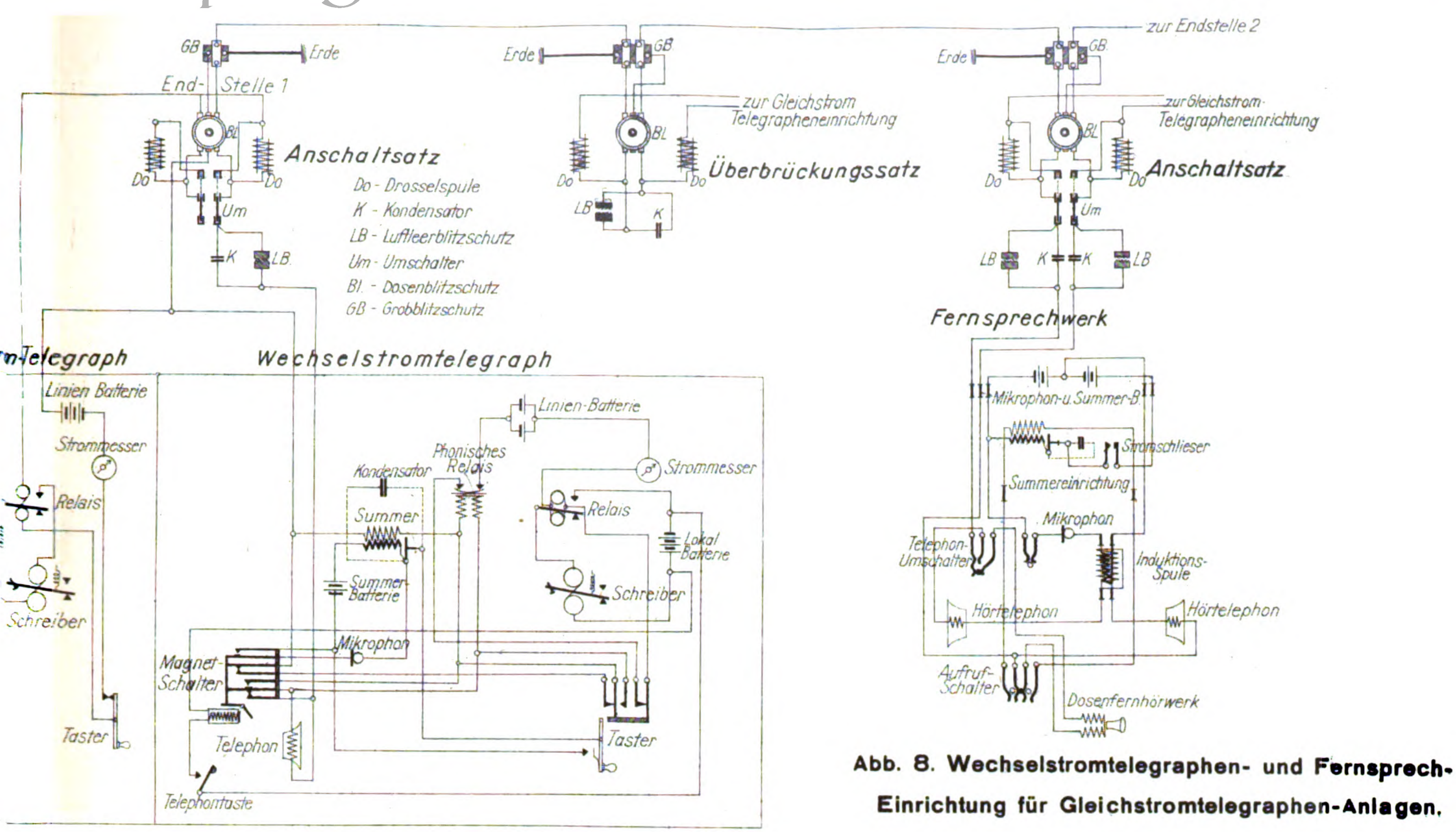



Abb. 8. Wechselstromtelegraphen- und Fernsprech-Einrichtung für Gleichstromtelegraphen-Anlagen.

...rom-Fernschreibanlagen.

**Abb. 8 bis 10. Zum Aufsatz:**

**Wechselstromfernschreib- und Anschaltfernsprech-Einrichtung**

**der österreichischen Bundesbahnen.**

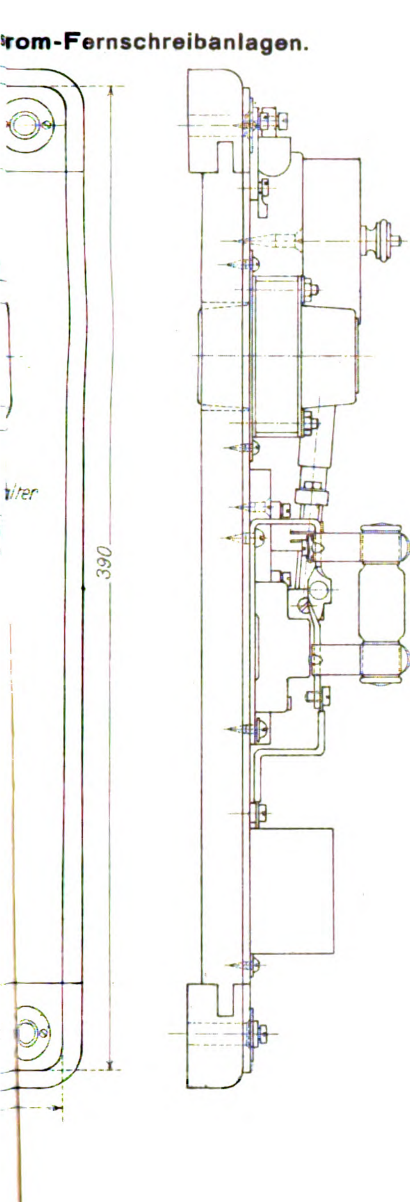
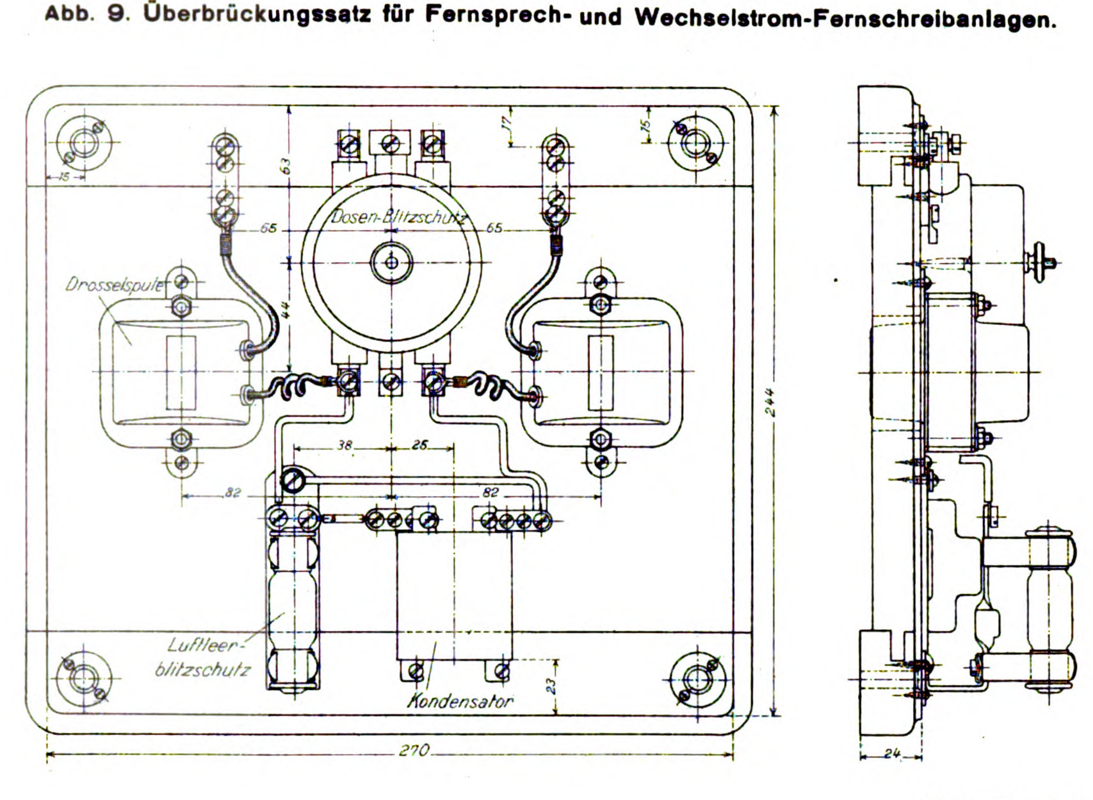



Abb. 9. Überbrückungssatz für Fernsprech- und Wechselstrom-Fernschreibanlagen.




C.W.Kreidel's Verlag. München

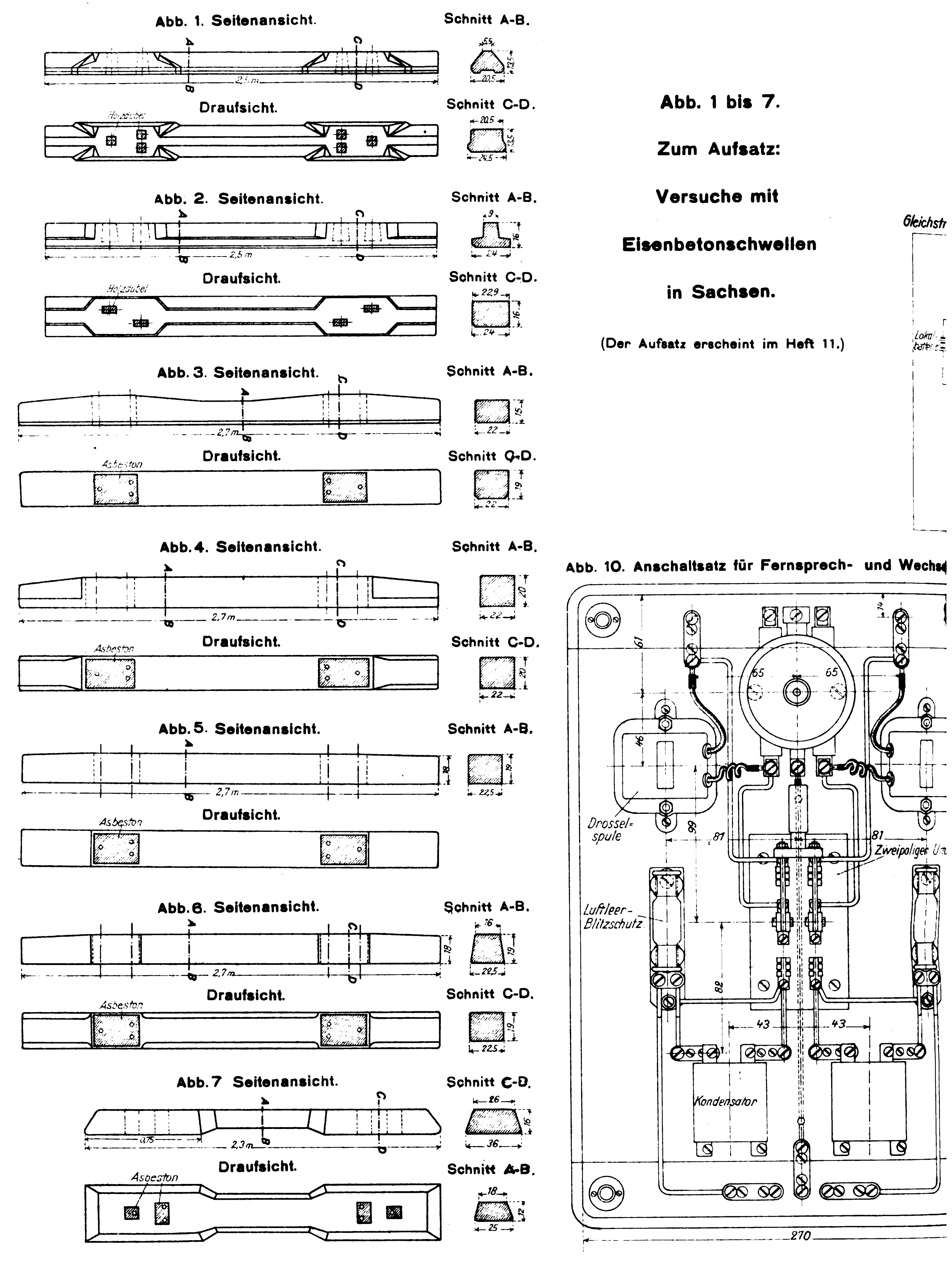



**Abb. 1 bis 7.**

**Zum Aufsatz:**

**Versuche mit**

**Eisenbetonschwellen**

**in Sachsen.**

(Der Aufsatz erscheint im Heft 11.)

**Abb. 10. Anschaltsatz für Fernsprech- und Wechs**

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

**Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen**

**Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

**80. Jahrgang** | **15. Juni 1925** | **Heft 11**

## Versuche mit Eisenbetonschwellen in Sachsen.

Von Reichsbahnrat **Döhlert**, Vorstand des Oberbaubüros der Reichsbahndirektion Dresden.

Hierzu Abb. 1 bis 7 auf Tafel 17 in Heft 10.

Über die Brauchbarkeit von Eisenbetonschwellen gehen die Urteile noch weit auseinander. Soweit sie sich nur auf Vermutungen und theoretische Erwägungen stützen, kann man sie beiseite legen. Entscheiden können nur die Ergebnisse von Versuchen, bei denen man den Eigenschaften des Stoffes Rechnung trägt und bei Fehlschlägen den Ursachen gründlich nachgeht. Nun ist es eine bekannte Tatsache, dafs der Arbeiter sich nur schwer an die Eigenart der Betonschwelle gewöhnen kann, dafs er immer wieder die Betonschwelle wie eine Holzschwelle behandelt. Deshalb sind auch Berichte über das vollständige Scheitern von Versuchen mit Vorsicht aufzunehmen. In der Regel wird sich bei genauer Prüfung herausstellen, dafs die Schwellen nicht sachgemäfs behandelt worden sind, oder dafs sie unrichtig gebaut oder nicht sorgfältig genug hergestellt waren.

Die Reichsbahndirektion Dresden erprobt Eisenbetonschwellen seit 1909. Es dürfte daher an der Zeit sein, die Ergebnisse der Versuche, soweit sie bis jetzt feststehen, auch weiteren Kreisen zugängig zu machen.

Fragt man nach den Gründen, die zu den Versuchen in Sachsen geführt haben, so ist in erster Linie die zunehmende Teuerung der Holzschwellen zu nennen. Unter mehrfachen Schwankungen stiegen die Preise für eine Kiefernschwelle der Sachsenform erster Klasse, zweiseitig bearbeitet, 2,5 m lang, 16 cm stark von 3,42 *M* im Jahre 1899 auf 4,06 *M* im Jahre 1907, um nach weiteren Schwankungen bis zum Jahre 1914 auf 4,42 *M* zu klettern. Diese Preise galten frei Tränkanstalt. Heute kostet die Schwelle 4,6 *M* frei Versandstelle. Ein weiterer Grund kommt hinzu: Die drohende Holzknappheit (Raubbau, Verwüstung der Wälder durch den Krieg, Insektenfrafs usw.), die allenthalben dazu anregen sollte, nach einem brauchbaren Ersatz für Holzschwellen zu suchen.

Hat man auch die Eisenschwelle beim Einheitsoberbau zu einer bemerkenswerten Vollkommenheit entwickelt, so darf man doch nicht vergessen, dafs Eisen zu Zeiten sehr knapp werden kann. Man braucht nur an den vergangenen Krieg und die Nachkriegszeit zu denken. Ohne Eisen kommt freilich auch die Eisenbetonschwelle nicht aus. Der Verbrauch beträgt aber nur einen Bruchteil dessen, was die Eisenschwelle erfordert.

Inwieweit die Mode an den ersten Versuchen beteiligt gewesen ist, läfst sich natürlich heute nicht mehr feststellen. Beim Aufblühen der Eisenbetonindustrie wurden alle möglichen Dinge aus Eisenbeton hergestellt, darunter auch Schwellen. Allerwärts wurden im ersten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts Versuche damit angestellt, meist in kleinerem Umfange. Da sich Werke fanden, die die Schwellen kostenlos lieferten, fiel es nicht schwer, die Mode mitzumachen. In Sachsen fügte es ein günstiger Zufall, dafs man die Versuche gleich mit vier verschiedenen Bauarten anstellen konnte. Dadurch war man zu Vergleichen und zur weiteren Verarbeitung der gewonnenen Erkenntnisse geradezu gezwungen, nachdem man die Bedenken wegen des grofsen Gewichtes der Schwellen überwunden hatte.

Der Übersichtlichkeit wegen sind im folgenden die Versuche einzeln der Zeitfolge nach behandelt worden.

### Die Bruknerschwelle.

Im Juli 1909 wurden auf Bahnhof Pirna in ein Hauptgleis der Schnellzugslinie Bodenbach—Dresden 20 Eisenbetonschwellen von M. Brukner in Wien eingebaut. Die Bruknerschwelle ähnelt der in gröfserem Umfange in Italien verwendeten Eisenbetonschwelle. Sie wiegt 130 bis 140 kg, enthält 12 kg Eisen, ist 2,5 m lang und 13 bis 14 cm stark (Abb. 1, Taf. 17). Die Schienen der schwersten sächsischen Form ruhen auf eisernen Unterlagsplatten und sind auf der Schwelle mit drei Schrauben in 40 × 40 mm starken, durchgehenden Eichenholzdübeln befestigt. Die Schwellen sind mit 81 cm Abstand verlegt.

Schon vor dem Einbau zeigten sich von den Ecken der Dübellöcher ausgehend Risse im Beton, die durch das Quellen des Dübelholzes entstanden waren. Sie erweiterten sich nach und nach und zerstörten bei einigen Schwellen das Plattenlager.

Aufserdem stellten sich nach etwa $2^1/_2$ Jahren weitere zahlreiche feine Querrisse in der Mitte der Schwellen ein, die, an der oberen Seite beginnend, meist bis zur Unterfläche reichten. Sie hätten nach den Erkenntnissen, zu denen man im Laufe der späteren Jahre kam, wahrscheinlich zum Teil verhütet werden können. Soweit sie nicht auf die allgemeine Schwäche der Schwelle zurückzuführen sind, sind sie durch unsachgemäfses Stopfen entstanden. Jede Betonschwelle darf nur unter den Schienenlagern gestopft werden. Sonst werden ihr Biegungsbeanspruchungen und Formänderungen zugemutet, die sie im Gegensatz zur biegsamen Holzschwelle nicht vertragen kann. Es hat sich aber gezeigt, dafs nicht zu starke Risse bei richtiger Behandlung der Schwelle in der Regel auf viele Jahre hinaus nicht von Bedeutung sind. Von den Bruknerschwellen hat man wohl aus übergrofser Ängstlichkeit eine Anzahl vorzeitig ausgebaut, die, nach ihrem Zustande zu urteilen, heute noch im Gleise liegen könnten und wahrscheinlich nicht anders aussehen würden, als die noch darin befindlichen sechs Stück, die in der Mitte leicht angebrochen sind, sich aber sonst gut gehalten haben.

### Schwellen von Dyckerhoff & Widmann.

Im Juli 1910 wurden 20 Eisenbetonschwellen von der Firma Dyckerhoff & Widmann in dasselbe Gleis wie die Bruknerschen eingebaut. Sie wiegen 178 kg und sind mit etwa 15 kg Eisen bewehrt. Die Länge beträgt 2,5 m, die Stärke 16 cm (Abb. 2, Taf. 17). Die auf eisernen Unterlagsplatten liegenden Schienen sind mit Schrauben in Hartholzdübeln befestigt, die die Form abgestumpfter Pyramiden haben. Die Dübel sind an der Schwellendecke 45 × 90 mm grofs, um Spurerweiterungen herstellen zu können. Sie sind aber nur 12 cm hoch, gehen also nicht durch die Schwelle hindurch.

Auch bei diesen Schwellen zeigten sich schon vor dem Einbau Risse an den Dübellöchern, die sich rasch vermehrten und stark erweiterten, so dafs schon nach einigen Jahren mehrere Plattenlager stark mitgenommen waren. Das Quellen des Holzes trat natürlich bei den grofsen Dübeln noch mehr in die Erscheinung als bei den kleinen der Bruknerschwelle. Inwieweit die scharfe Kröpfung der Eisenbewehrung die Zerstörung der Schienenlager begünstigt hat, läfst sich nicht ein-

wandfrei nachweisen. Die feinen Bruchrisse quer durch die Schwelle, die sich bald einstellten, sind auf die schwache Bauart und auf unsachgemäfses Stopfen zurückzuführen.

Auch hier hat man sich durch übergrofse Vorsicht verleiten lassen, eine Anzahl Schwellen vorzeitig auszubauen. Heute liegen noch fünf Stück im Gleise, die in der Mitte mehrfach leicht angebrochen sind, sich aber sonst nicht schlecht gehalten haben.

### Asbestonschwellen von Rudolf Wolle. Ältere Bauart.

Im Oktober 1910 wurden 25 von der Firma Rudolf Wolle in Leipzig gelieferte Schwellen in ein Vorortgleis auf Bahnhof Pirna (leichte sächsische Schienenform, Schwellenabstand 81 cm) eingebaut. Sie wiegen im Mittel 215 kg und sind mit etwa 13 kg Eisen bewehrt. Die Länge beträgt 2,7 m, die Breite 22 cm, die Stärke am Schienenlager 19 cm in der Mitte und an den Enden 15 cm (Abb. 3, Taf. 17). Von den Bruknerschen und Dyckerhoffschen Schwellen unterscheiden sie sich grundsätzlich dadurch, dafs die Schwellenschrauben nicht in Holzdübeln, sondern in einem Kissen aus Asbestbeton sitzen. Der Asbestbeton besteht aus einem Gemisch von Asbestfaser und Zement, das sich bohren läfst und eine je nach dem Mörtelverhältnis und nach der Güte der Mischungsarbeit mehr oder weniger grofse Festigkeit besitzt. Die Kissen sind etwa 30 cm lang und seitlich nur durch eine dünne Zementmörtelschicht bedeckt. Die Schienenunterlagsplatten liegen also vollständig auf Asbestbeton. Das Kissen reicht bei dieser Schwellenform bis etwa 3 cm über Schwellenunterkante. Man dachte demnach noch nicht daran, die Löcher für die Schwellenschrauben durchzubohren. Die Kissen litten an einigen Ungenauigkeiten in der Herstellung. Beim Vorbohren der Schraubenlöcher stiefs man z. B. bei einigen Schwellen auf Eisen.

Schon nach wenigen Monaten stellte sich heraus, dafs sämtliche Schwellen in der Mitte durchgebrochen waren. Man glaubte damals, dafs die Schwächung des Schwellenquerschnittes in der Mitte schuld daran sei. Möglich ist es, dafs sie dazu beigetragen hat. In der Hauptsache sind aber die Brüche auf ungleichmäfsiges Setzen des Untergrundes zurückzuführen. Die Schwellen liegen gerade über einer früheren Böschungskante und zwar mit einem Ende auf der alten, mit dem anderen auf der neueren Schüttung. Ein ungleichmäfsiges Setzen wirkt sich aber genau so aus, als wenn die Schwelle in der Mitte unterstopft wäre, das heifst es mufs Brüche geben, weil für derartige Beanspruchungen keine Betonschwelle hergestellt werden kann. Auch die Einbauzeit, kurz vor dem Winter, war denkbar ungünstig gewählt, da Nachhilfen durch Stopfen nicht gegeben werden konnten.

Von den Schwellen liegen jetzt noch 13 Stück im Gleise, sämtlich in der Mitte gebrochen. Die Plattenlager sind zum Teil eingedrückt.

### Asbestonschwellen von Rudolf Wolle. Neuere Bauart.

Da der Mifserfolg mit den eben behandelten Schwellen auf die Schwächung des Querschnitts zwischen den Schienenlagern zurückgeführt wurde, war leicht Abhilfe zu schaffen. Die Firma Wolle lieferte 25 Schwellen mit anderen Querschnittsabmessungen. Sie wurden im April 1912 in dasselbe Gleis wie die früher gelieferten Asbestonschwellen eingebaut. Eine Schwelle wiegt im Mittel 220 kg; sie ist bewehrt mit etwa 23 kg Eisen. Die Länge beträgt 2,7 m, die Breite 22 cm, die Stärke an den Schienenlagern und in der Mitte 20 cm, an den Enden 15 cm (Abb. 4, Taf. 17). Die Schwellen scheinen sorgfältiger hergestellt zu sein als die der älteren Bauart. Man hatte eben schon gelernt.

Die drei Schwellenschrauben sitzen in Asbestbetonkissen, die ebenso grofs sind wie bei der älteren Bauart, aber durch die ganze Schwelle hindurchgehen. Die Schraubenlöcher wurden nicht durchgebohrt.

Nach und nach haben sich die Schienenunterlagsplatten bei sieben Schwellen in die Asbestonkissen leicht eingearbeitet. Im übrigen sind jetzt noch alle Schwellen in tadellosem Zustande.

### Asbestonschwellen von Rudolf Wolle in Potschappel und Leisnig.

Die Betonschwellen in Pirna lagen unter dem fahrenden Zuge wesentlich ruhiger als Holzschwellen. Man glaubte daraus schliefsen zu können, dafs sie weniger Unterhaltung erfordern, war sich aber klar darüber, dafs man bei Versuchen so kleinen Umfanges zu einwandfreien Schlüssen nicht kommen könne, weil sich dabei immer der Einflufs der benachbarten Holzschwellen geltend machen mufs. Zudem hatte man sich über die Einbau- und Unterhaltungskosten bei den bisherigen Versuchen kein rechtes Bild machen können. Man entschlofs sich daher zu einem Versuche in etwas gröfserem Mafsstabe und bezog von der Firma Rudolf Wolle in Leipzig 1000 Stück Asbestonschwellen, und zwar zur Hälfte mit rechteckigem, zur Hälfte — aus Ersparnisgründen — mit trapezförmigem Querschnitt zwischen den Schienenlagern.

Die Schwelle mit rechteckigem Querschnitte wiegt im Mittel 230 kg, die mit trapezförmigem etwa 220 kg; beide sind bewehrt mit rund 22 kg Rundeisen. Sie sind 2,7 m lang, 22,5 cm breit und 19 cm stark. (Abb. 5 und 6, Taf. 17). Das grofse Asbestbetonkissen reicht hier durch die ganze Schwelle hindurch. Die Schienenunterlagsplatten haben auf der Unterfläche die in Sachsen üblichen Rippen, die die seitliche Verschiebung der Platten verhindern sollen. Versuchsweise sind sie an einigen Platten beseitigt worden. Die Schraubenlöcher im Asbestbetonkissen wurden mit Maschine vorgebohrt, aber auch wieder nicht durch die ganze Schwelle hindurch, was sich später rächte. Der Oberingenieur W. Gropp der Firma Wolle, der sich auch sonst Verdienste um die Weiterentwicklung der Asbestonschwellen erworben hat, hatte schon damals ganz vortreffliche Leitsätze für das Verlegen und die Unterhaltung der Asbestonschwellen aufgestellt, die in grofsen Zügen alles Notwendige enthielten. Es ist u. a. darin vorsichtige Behandlung der Schwellen beim Transport und beim Abladen verlangt, ferner ein festes und ebenes Bett unter den Schienenlagern, sorgfältiges Stopfen nur unter den Schienen usw. Leider hat man die Leitsätze nicht allenthalben befolgt.

500 Schwellen und zwar je 250 von jeder Form wurden auf der Linie Dresden—Werdau in der Nähe des Bahnhofs Potschappel in Schnellzugsgleise mit besonders starkem und dichtem Zugverkehr eingebaut, 500 auf der Linie Borsdorf—Coswig in der Nähe des Bahnhofs Leisnig in ein etwas weniger belastetes Personen- und Güterzugsgleis. In Potschappel handelte es sich um Neubaugleise mit der stärksten sächsischen Schienenform und 81 cm Schwellenentfernung, in Leisnig um ein Betriebsgleis mit 64 cm Schwellenentfernung und der schwächeren Schienenform. Auf beiden Strecken kam etwa die Hälfte der Schwellen in Bogen mit 350 und370 m Halbmesser zu liegen. Die Verhältnisse sind so verschiedenartig, dafs es notwendig ist, die beiden Versuchsstrecken gesondert zu betrachten.

### Versuchsstrecke bei Potschappel.

Die Schwellen wurden im Juli 1913 eingebaut und die Gleise im August 1913 und im Oktober 1914 in Betrieb genommen. Die Einbaukosten für 1 m Asbestonschwellenoberbau waren rund 30 v. H. höher als die entsprechenden Kosten für 1 m Holzschwellenoberbau. Sehr bald rächte sich ein Fehler, den man nach den Erfahrungen in Pirna und bei Berücksichtigung der Leitsätze nicht hätte begehen dürfen.

Man hatte die Schwellen auf ganz frisch geschüttete Dämme verlegt, die sich erst im Laufe der Zeit setzten. Die Folgen waren einige Schwellenbrüche zwischen den Schienenlagern. Nur durch die Aufmerksamkeit und sachgemäfse Unterhaltungsarbeit des dortigen Bahnmeisters konnten weitere Brüche verhütet werden. Die Schwellenschrauben safsen im grofsen ganzen recht fest; wo sie sich lockerten, — das sind im Verhältnis nur wenige Fälle — hatten sich die Schienenunterlagsplatten unter den Schlägen der Fahrzeuge nach und nach in die Asbestonkissen eingedrückt. Wenn dann die Schrauben nachgezogen werden sollten, wurden sie mitunter überdreht, weil die Schraubenlöcher nicht durch die ganze Schwelle durchgebohrt waren. Sie konnten aber sehr leicht wieder fest gemacht werden, wenn man ein Stück Asbestschnur, in Zementmilch eingetaucht, in das tiefer gebohrte Loch einführte, und die Schrauben dann wieder eindrehte. Dieses Mittel hat sich sehr gut bewährt.

Nur bei einem Teil der Schwellen drückten sich die Unterlagsplatten ein und zwar gleichgültig, ob es Platten mit oder ohne Rippen waren. Die Beschädigung der Plattenlager führte zu Spurerweiterung und ging zum Teil so weit, dafs die Schienenfüfse auf den Schwellen aufsafsen und die schwache Schutzschicht des Asbestbetonkissens abdrückten. Derartig beschädigte Schwellen brachen dann häufig am Kissen durch und mufsten ersetzt werden.

Ein Teil der Schwellen hat sich sehr gut gehalten und liegt auch heute noch unversehrt im Gleise. Die Zerstörung der Asbestonkissen ist durch einen Herstellungsfehler begünstigt worden, der auf mangelnde Erfahrung zurückzuführen ist. Asbest und Zement waren nicht sorgfältig genug gemischt. Man fand in den zerstörten Kissen ganze Nester von reiner Asbestfaser. Schon beim Vorbohren der Schraubenlöcher fiel es auf, dafs eine Anzahl sich sehr leicht, andere wieder schwerer herstellen liefsen.

An den eingebauten Schwellen war natürlich nichts zu ändern. Ersatzschwellen konnten in gröfserem Umfange nicht geliefert werden, weil während des Krieges Asbestfaser überhaupt nicht, Zement nur sehr schwer und in sehr schlechter Beschaffenheit zu haben waren. Man half sich, so gut es ging, mit notdürftiger Ausbesserung der Plattenlager, die aber zu keinem befriedigenden Ergebnis führte. Selbstverständlich wurden durch den schlechten Zustand eines Teiles der Schwellen auch die guten, gesunden in Mitleidenschaft gezogen. Es leuchtet ein, dafs dort, wo eine Schwelle mit eingedrücktem Plattenlager zwischen zwei guten Schwellen lag, diese durch das stärkere Arbeiten der Schienen ganz gewaltig in Anspruch genommen wurden. Die Schläge der Fahrzeuge vergröfserten sich und übten nicht nur auf die Befestigungsmittel, sondern auch auf die Plattenlager einen recht ungünstigen Einflufs aus. Unter diesen Verhältnissen konnte man natürlich die Unterhaltungskosten nicht einwandfrei feststellen. Den wertvollen Versuch wollte man aber nicht aufgeben, sondern wartete das Ende des Krieges ab und suchte durch eingehende Beobachtungen die bisher gewonnenen Erkenntnisse zu erweitern.

Nach sorgfältigen Feststellungen Mitte 1920, also nach einer Liegedauer der Schwellen von sieben Jahren, waren von den 500 Schwellen 159 Stück (rund 32 v. H.) vollständig gesund, 138 (rund 27 v. H.) beschädigt und 213 Stück (rund 40,5 v. H.) ersetzt oder ausgebessert. Es sei hier besonders betont, dafs nicht etwa in der Mitte gebrochene Schwellen ausgewechselt werden mufsten, sondern nur Schwellen, bei denen das Plattenlager weit eingedrückt und damit im Zusammenhange zum Teil Brüche im Asbestbetonkissen entstanden waren. Der Eisenbeton selbst hat sich bei zweckentsprechender Bewehrung und richtiger Unterhaltung als Schwellenstoff gut bewährt. Als Beweis dafür, was eine Betonschwelle aushält, diene die Tatsache, dafs auf der Versuchsstrecke infolge einer Flankenfahrt ein Wagen entgleiste und mehrere Schienenlängen weit geschleppt wurde, ohne dafs Schwellen brachen. Einige Ecken und Schalen waren ausgeschlagen. Im übrigen gab es nur die üblichen Schäden, abgesprengte Schraubenköpfe usw.

Durch mehrjährige Beobachtung hatte man einwandfrei festgestellt, dafs die Schwellen zugrunde gingen, wenn die grofsen Asbestbetonkissen, die überdies den tragenden Querschnitt an der gefährlichsten Stelle aufserordentlich schwächten, ungleichmäfsig oder zu weich hergestellt waren. Es lag nahe, diese Kissen durch einzelne kleine Einsätze zu ersetzen, so dafs die Schienenunterlagsplatten im wesentlichen auf dem festeren Zementbeton aufliegen. Aus praktischen Gründen war die Herstellung von drei Einsätzen an jedem Schienenlager nicht möglich. Die Ersatzschwellen, die im Herbst 1920 geliefert wurden, hatten daher nur zwei Einsätze, die zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit mit Draht umschnürt waren. Leider scheiterte der Versuch an Fehlern, die zweifellos hätten vermieden werden können. Die Einsätze safsen zum Teil nicht an der richtigen Stelle, so dafs die Schwellenschrauben nicht eingedreht werden konnten. Ferner war bei einer Anzahl Schwellen die Oberfläche windschief. Der zur Herstellung verwendete Zement taugte anscheinend nichts (Kriegszement?), vielleicht waren die Schwellen auch noch zu frisch. Zum Überflufs beging man den Fehler, die Schwellen im Spätherbst in das Gleis einzubauen. Alles das hatte zur Folge, dafs schon nach einigen Monaten, im Frühjahr 1921, sich die Platten tief in den Zementbeton eingefressen hatten. Es war ein Fehlschlag, den man nicht erwartet hatte, und der noch besonders unangenehme Folgen hatte, insofern als man nunmehr in gröfserem Umfange die stark beschädigten Betonschwellen durch Holzschwellen ersetzen mufste. Wie schon erwähnt, ist aber ein häufiger Wechsel zwischen Holz- und Betonschwellen für beide nicht günstig, für letztere sogar verderblich. Eine grofse Anzahl bis dahin gesunder Betonschwellen wurden jedenfalls arg in Mitleidenschaft gezogen. Da die Firma weiteren Ersatz der Schwellen angesichts der fortschreitenden Teuerung und Geldentwertung ablehnte, mufste man sich wohl oder übel entschliefsen, im Jahre 1923 die Versuchsstrecke als solche aufzugeben. Der Entschlufs fiel nicht schwer, da man alle gewünschten Aufschlüsse in zehnjähriger Beobachtungszeit bekommen hatte. Die heute noch gruppenweise im Gleise liegenden 191 Schwellen werden auch weiterhin überwacht, um ihre Lebensdauer und etwaige besondere Vorkommnisse festzustellen. 135 Stück sind noch vollkommen gesund, 38 haben leicht eingedrückte Plattenlager, 17 Stück leichte Anrisse und Brüche; eine ist stark beschädigt. Aufserdem ist eine Anzahl noch guter, gleisfähiger Schwellen ausgebaut worden, von denen 19 Stück zur Wiedereinwechslung bereit liegen.

### Versuchsstrecke bei Leisnig.

Die Schwellen wurden im Juli 1913 in das Gleis unter Aufrechterhaltung des Betriebes eingebaut. Die Einbaukosten für 1 m Asbestonschwellenoberbau sind rund 36 v. H. höher als die entsprechenden Kosten für 1 m Holzschwellenoberbau. Im grofsen ganzen wurden dieselben Erfahrungen gemacht wie bei Potschappel nur mit dem Unterschied, dafs entsprechend der geringeren Belastung der Strecke die Schäden an den Schwellen — das Eindrücken der Asbestbetonkissen — nicht so umfänglich und häufig waren. Die Ausbesserung der Kissen hatte auch hier keinen Erfolg. Brüche zwischen den Schienenlagern sind bei der sachgemäfsen Unterhaltung und dem festen Untergrund nur in einem einzigen Falle beobachtet worden. Die Schwellen mit den kleineren Asbestbetoneinsätzen haben sich ebensowenig gehalten wie in Potschappel.

Für die Beurteilung der Gebrauchsfähigkeit der Betonschwelle ist eine Spurberichtigung von Wert, die im Bogen wegen der seitlichen Abnutzung der äufseren Schienen vor-

genommen werden mufste. Die alten Schraubenlöcher wurden mit Asbest-Zementmischung ausgegossen und dann neue Löcher gebohrt. Diese nachgebohrten Schwellen haben sich sehr gut gehalten. Um das Versuchsergebnis nicht zu trüben, wurden sie bei einer Beurteilung Mitte 1920 ausgeschieden. Es ergab sich damals, dafs von den verbleibenden 264 Schwellen 155 Stück (rund 59 v. H.) noch vollkommen gesund, 30 Stück (rund 11 v. H.) beschädigt und 79 Stück (rund 30 v. H.) ersetzt oder ausgebessert waren. Auch hier ist aus denselben Gründen wie in Potschappel die Versuchsstrecke im Jahre 1923 aufgegeben worden. Heute liegen noch, einschliefslich der nachgebohrten, 430 Schwellen im Gleise. Davon sind 54 am Plattenlager mehr oder weniger eingedrückt, zwei sind im Asbestonkissen durchgerissen, eine hat einen durchgehenden feinen Bruchrifs in der Mitte.

### Erfahrungen.

Durch die Versuche namentlich in Potschappel und Leisnig war der Beweis erbracht, dafs der Eisenbeton, zweckmäfsige Bewehrung und sachgemäfse Behandlung vorausgesetzt, ein durchaus brauchbarer Schwellenstoff ist. Die Bewehrung mufs möglichst klar und einfach sein, schon um die sorgfältige Herstellung des Betons nicht zu hindern. Scharfe Eisenabbiegungen und Kröpfungen müssen mit Rücksicht auf etwaige Sprengwirkungen ebenso wie schroffe Querschnittsänderungen vermieden werden.

Der Asbestbeton ist dem Holzdübel wegen seiner Raumbeständigkeit und Unvergänglichkeit unbedingt überlegen. Befürchtungen, dafs sich etwa die Asbestbetoneinsätze von dem Zementbeton loslösen könnten, sind völlig grundlos. Die Schwellenschrauben sitzen im Asbestbeton mindestens ebenso fest wie im Holz. Lockere Schrauben lassen sich ebenso gut und auf einfachere Weise wieder fest machen als im Holz. Ein Fehler ist es, die Löcher für die Schwellenschrauben nicht tief genug vorzubohren. Bleibt Bohrgut in dem Loche sitzen oder mufs man die Schrauben nachziehen wegen des Eindrückens der Unterlagsplatte in die Asbestonkissen, so werden sie leicht überdreht. Diesem Mangel kann man begegnen, wenn man die Schwellenschraubenlöcher durch die ganze Schwelle durchbohrt. Gründe, die dagegen sprechen, wie bei der Holzschwelle, gibt es nicht.

Unbedingt nötig ist die gröfste Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit bei der Herstellung der Schwelle. Fehler in der Lage der Einsätze, windschiefe Lagerflächen, Verschiebung von Eisen beim Stampfen, die beim Eindrehen der Schrauben sehr hinderlich werden können, müssen auf jeden Fall vermieden werden. Ein einziger solcher Fehler genügt, um die Schwelle von vornherein unbrauchbar zu machen.

Gröfster Wert ist auf die Auswahl der Stoffe zu legen. Nur die hochwertigsten und besten Stoffe dürfen verwendet werden, da man im Oberbau mit zufälligen grofsen Überanspruchungen rechnen mufs.

Die Versuchsschwellen waren zum gröfsten Teil an der ungleichmäfsigen Zusammensetzung der Asbestbetonkissen zugrunde gegangen. Hat aber ein Teil gehalten, weil bei ihm die Mischung des Asbestbetons besser war, so mufs es bei sorgfältiger Arbeit möglich sein, diesen Grund der Zerstörung auszuschalten. Auch die Faser des Asbestes spielt dabei eine grofse Rolle; sie darf nicht zu kurz sein. Da man bei der Herstellung mit der mehr oder weniger grofsen Zuverlässigkeit der menschlichen Arbeit rechnen mufs und man auch den Asbestbeton nicht zu hart machen darf, wenn er sich noch bohren lassen soll, tut man gut, sich auch noch weiter zu schützen. Mehrere Möglichkeiten, die man je nach Bedarf vereinigen kann, stehen zu Gebote: Die Anwendung von Einzeleinsätzen aus Asbestbeton, die Härtung des Plattenlagers und das Einschieben von elastischen Zwischenlagen zwischen Schwellendecke und Unterlagsplatte.

Die Eingriffe in die Schwelle bei der Unterhaltung des Oberbaues müssen auf ein Mindestmafs beschränkt werden, ein Grundsatz, der ja auch für die Holzschwelle gilt. Spurberichtigungen schädigen bei der jetzigen Ausbildung des Oberbaues schon die Holzschwelle, noch viel mehr aber die Betonschwelle. Es mufs also bei der Betonschwelle besonderer Wert auf Regelung der Spur durch Verschieben der Schiene in der Platte gelegt werden (Trennung der Befestigung der Platte auf der Schwelle von der der Schiene auf der Platte). Dabei wird man darauf achten müssen, dafs die Übertragung der Kräfte von der Schiene auf die Platte möglichst zentrisch erfolgt. Durch geeignete Ausbildung der Platte oder des Stuhles mufs man versuchen, die schädlichen Einflüsse auszuschalten, die bei der Arbeit der Schiene infolge Hebelwirkung auf die Befestigungsmittel ausgeübt werden.

Wichtig ist die Behandlung der Schwelle. Ebenso wie es niemandem einfallen wird, eine steinerne Zaunsäule von einem Wagen abzuwerfen, mufs man solche Gewalttaten auch bei der Betonschwelle unterlassen. Es ist den Leuten allerdings schwer beizubringen, dafs eine Betonschwelle nicht so behandelt werden darf wie die biegsame Holzschwelle. Ferner mufs Grundsatz sein, die Betonschwelle nur unter den Schienenlagern zu stopfen. Grofs ist hier der Unterschied gegenüber der Behandlung der Holzschwelle allerdings nicht. Auch diese wird ja mit Rücksicht auf ihre ruhige Lage im Gleise nur unter den Schienenlagern festgestopft, während man sich in der Mitte mit leichten Stopfschlägen begnügt. Bei Betonschwellen mufs die Mitte hohl liegen. Die Betonschwelle sollte also von vornherein in der Form zweier Einzellager mit fester Verbindung hergestellt werden. Es liegt ja nahe, die Stopffläche sichtbar zu begrenzen, so dafs kein Arbeiter in die Versuchung kommt, sich an der Schwellenmitte zu vergreifen. Kann man dazu noch von vornherein ein festes, ebenes und dabei elastisches Bett für die Schwellen schaffen, so ist einer weiteren Grundforderung beim Betonschwellenoberbau Genüge geleistet.

### Die neueste Schwellenform.

Die im vorstehenden festgestellten Forderungen suchte man zu erfüllen durch die in Abb. 7, Taf. 17 dargestellte Schwelle, deren äufsere Form schon im Jahre 1920 festgelegt war, als man noch mit Stopfen der Schwelle rechnen mufste. Das ist auch der Grund dafür, dafs die Einschnürung des Querschnittes an der Verbindung der beiden Lagerklötze sehr reichlich und damit im Zusammenhange der Übergang zu schroff ausgefallen ist. Man wollte, wie schon erwähnt, durch diese Einschnürung einerseits die Stopffläche deutlich abgrenzen, andrerseits mit Sicherheit verhindern, dafs die Schwelle in der Mitte auf dem Steinbett aufsitzt. Diese Gefahr ist beim Stopfen natürlich gröfser als beim Rammen der Bettung, wo, wie später noch zu besprechen ist, in der obersten Rammschicht ein Streifen ausgespart wird.

Die Gröfse der Stopffläche ist abhängig von der Gröfse der Raddrücke und von der Beanspruchung, die man der Bettung zumuten will. Da man aufserdem danach strebte, den Schienendruck möglichst zentrisch auf den tragenden Teil der Schwelle abzusetzen, und da man weiter grofse Biegungsbeanspruchung vermeiden wollte, kam man zu einer Auflagerflächengröfse von $75 \times 36$ cm und damit ungezwungen zu einer Schwellenlänge von 2,3 m. Die Gröfse der Asbestbetoneinsätze ist mit $90 \times 140$ und $70 \times 90$ mm so gewählt, dafs die Spur des Gleises erweitert werden kann.

Leider ist die im Vorentwurfe vorgesehene Stärke der Schwelle unter den Schienenlagern von 18 auf 16 cm vermindert worden, so dafs die Eisenbewehrung etwas reichlich ausfiel, rund

19,5 kg, und nicht vorteilhaft angeordnet werden konnte. Das Stampfen des Betons wurde dadurch nicht unerheblich erschwert. Trotzdem führte die Firma Dyckerhoff & Widmann, Zweigstelle Dresden, die Arbeiten im Auftrage der Deutschen Asbestonwerke in Köln während des Sommers 1923 ganz vorzüglich aus. Insbesondere wurde auf die Mischung des Asbestbetons die gröfste Sorgfalt verwendet. Der Schwellenbeton besteht aus 1 Teil Zement, 2 Teilen Steinsplitt und 2 Teilen Kies. Bei der Hälfte der insgesamt beschafften 4000 Schwellen ist das Plattenlager mit Stahlzement gehärtet worden, selbstverständlich unter Ausspärung der Asbestoneinsätze.

### Versuchsstrecke zwischen Priestewitz und Niederau.

Die Schwellen wurden 1924 im linken Hauptgleise der Schnellzugslinie Leipzig—Dresden zwischen den Bahnhöfen Priestewitz und Niederau eingebaut. Von der Einbaustrecke, bei der gleichzeitig auch die Bettung nach dem in Bayern schon in gröfserem Umfange angewendeten Rammverfahren erneuert wurde, liegen 1000 m im flachen Bogen und 2150 m in der Geraden. Die Strecke wird im Gefälle 1 : 500 bis 1 : 300 befahren. Im ersten Teile der Strecke sind die Schwellen mit 81 cm, im letzten Teile mit 64 cm Abstand verlegt. Auf die Verbesserung der Schienenbefestigung (Trennung der Befestigung der Schiene auf der Unterlagsplatte von der der Unterlagsplatte auf der Schwelle) mufste man nach Lage der Verhältnisse noch verzichten. Zwischen Unterlagsplatte und Schwelle ist ein Pappelholzplättchen eingeschoben.

Die Löcher für die Schwellenschrauben wurden im Werke mit Maschine 16 mm weit vorgebohrt. Das Bohren bot keine Schwierigkeiten, solange die Asbestonmasse noch frisch war. Bei älteren Schwellen kostete es viel Mühe, und der Verschleifs an Bohrern war sehr grofs. Noch schwieriger und sehr zeitraubend war auf der Baustelle das Eindrehen der Schwellenschrauben. Diese sollen 15 mm Kern- und 20 mm äufseren Gewindedurchmesser haben. Zum Teil waren sie bis 18 mm im Kern stark. Da die Schwellen seit der Herstellung durchschnittlich zwölf Monate gelegen hatten, schnitten sich die Schraubengewinde nur schwer in die harten Lochwandungen ein. Um den Reibungswiderstand zu mildern, tauchte man die Schrauben in Steinkohlenteer ein, hatte aber keinen Erfolg, weil der Teer sich mit dem Bohrmehl zu einer zähen Masse verdichtete. Auch Wasser half wenig. Besser wurde es erst, als man die Schrauben sorgfältig nach Stärke aussuchte. Man wird daraus die Nutzanwendung für spätere Ausführungen ziehen müssen. Einesteils wird es notwendig sein, die Löcher zeitig genug vorzubohren, andernteils wird man den Zementzusatz für den Asbestbeton so wählen müssen, dafs das Bohren auch nach gröfserer Liegedauer nicht unnötig erschwert wird. Bei den Versuchsschwellen war die Mischung zweifellos zu fett. In den meisten Fällen wird es auch angängig sein, die Schienenunterlagsplatten schon im Werke aufzuschrauben, wenn der Beton noch ziemlich frisch ist. Sorgsames Aussuchen der Schwellenschrauben ist selbstverständlich auch dabei nötig.

Das Abladen der Schwellen vom Betriebswagen war auf der Strecke etwas umständlich, weil kein Kran zur Verfügung stand. Man mufste sich geeignete Stellen aussuchen, wo man die Schwellen über Rutschhölzer in flacher Neigung vom Wagen schieben konnte. Erst von da aus konnte man sie dann mit Kleinwagen weiterverteilen. Trotz aller Belehrung der Arbeiter wurden dabei die Schwellen nicht immer sachgemäfs und schonend behandelt. Davon zeugen eine grofse Anzahl feiner Anrisse oben in der Mitte und an den Verjüngungsstellen. Viele Risse gehen durch.

Für das Rammen der Bettung und den Einbau des Gleises standen zwei Zugpausen von je drei Stunden zur Verfügung. In der ersten Zeit baute man in einer Pause Felder von 15 m, später von 30 m Länge um. Auf die gut gerammte Bettungssohle wurde der Steinschlag in 3 Schichten aufgetragen. Die beiden unteren Schichten rammte man vollständig durch, in der obersten sparte man einen Streifen von 40 cm Breite etwa 4 cm tief aus, damit die Schwellen in der Mitte keinesfalls aufsitzen können.

Die für die Oberbaubettung übliche Korngröfse des Steinschlags von 6 bis 7 cm ist bei gerammter Bettung unzweckmäfsig. Kleine Höhenunterschiede können damit nur schwer ausgeglichen werden. Feinschlag ist zum Nachbessern auch ungeeignet, weil er sich bald in den gröberen Steinen verliert. Am brauchbarsten dürfte ein Steinschlag von 3 bis 4 cm Korngröfse sein.

Zum Tragen und Verlegen der 240 kg schweren Schwellen sind besondere Zangen angefertigt worden, die die Handhabung sehr erleichterten. (Textabb. 1).



Abb. 1. Zangen zum Tragen der Schwellen.

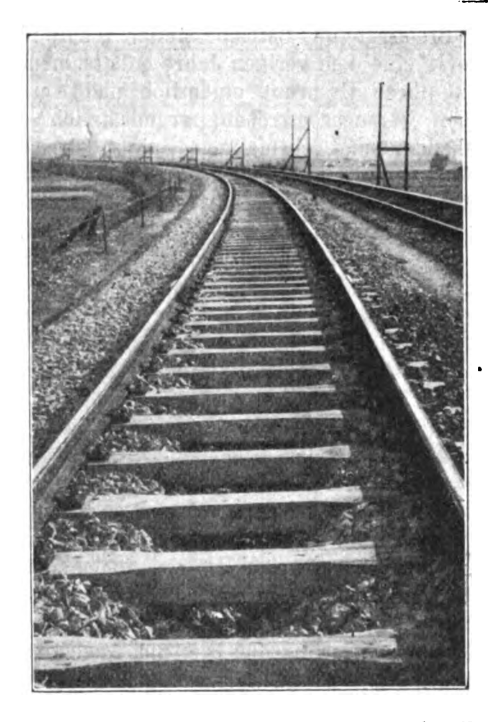


Abb. 2. Gleisverfüllung bei Eisenbetonschwellen.

Lag eine Schwelle auf der gerammten Bettung zu tief, so wurde Schotter untergelegt und abgerammt. Bei zu hoch liegenden Schwellen halfen sich die Arbeiter anfangs aus Bequemlichkeit damit, die Schwelle an einem Ende 40 bis 50 cm anzuheben und dann fallen zu lassen. Das hatte nicht nur zur Folge,

dafs am anderen Ende das erst sorgsam hergestellte Bett eingedrückt wurde, sondern die Schwellen erhielten auch vielfach durch das heftige Aufschlagen feine Anrisse. Trotz strenger Verbote und scharfer Aufsicht dauerte es einige Zeit, bis sich die Leute daran gewöhnten, zu hoch liegende Schwellen durch Einreiben in die Bettung in die richtige Lage zu bringen.

Die Gleisverfüllung ist soweit ausgespart, dafs die freie Lage der Schwellenmitte unbedingt erhalten bleibt und jederzeit ohne weiteres mit dem Auge nachgeprüft werden kann. Verfüllt sind nur die Schwellenköpfe und Lagerklötze (Textabb. 2). Durch leichtes Rammen der Verfüllung hat man den Schwellen eine Stütze gegen Wanderschub zu geben versucht.

Nachhilfearbeiten am Gleise waren bis jetzt nur in geringem Umfange nötig. Es ist dabei streng darauf geachtet worden, dafs Gleissenkungen nicht durch Stopfen, sondern durch Unterlegen von Schotter beseitigt werden.

Die Schwellen haben sich in der allerdings nur kurzen Liegezeit gut gehalten. Es ist zu erwarten, dafs man mit ihnen keine schlechten Erfahrungen machen wird. Zweifellos hätten sie die rauhe Behandlung beim Abladen und Einbauen besser vertragen, wenn die Mitte weniger stark eingeschnürt und die Einschnürung sanfter verzogen gewesen wäre. Läfst man die Schwellenmitte hohl liegen, wie es beim Rammverfahren ohne weiteres angängig ist, so genügt ein kleiner Absatz vollständig, um die Lagerfläche deutlich kenntlich zu machen und gleichzeitig unerwünschte Biegungsbeanspruchungen fernzuhalten.

Die ersten Kinderkrankheiten hat die Eisenbetonschwelle überwunden. In kleineren Betrieben und für Grubengleise wird sie jetzt schon gern und mit Vorteil verwendet. Aufgabe weiterer Versuche, für die Anregungen in genügender Menge vorliegen, mufs es sein, auf den bisherigen Erkenntnissen weiterzubauen. Dann ist auch die Erwartung gerechtfertigt, dafs eines Tages eine Eisenbetonschwelle auf dem Plane erscheint, die den Holz- und Eisenschwellen an Brauchbarkeit mindestens gleichwertig, an Lebensdauer aber weit überlegen ist.

---

## Die Lokomotiv-Gegendruckbremse im Hauptbahnbetrieb.

Unter Zugrundelegung der Versuche des Eisenbahn-Zentralamts.

Von Professor **H. Nordmann**, Reichsbahnoberrat, Mitglied des Eisenbahn-Zentralamts.

Die Gegendruckbremse (Riggenbachbremse) war im Betrieb der Zahnradbahnen ein längst bekanntes und allgemein angewandtes Mittel zur völligen oder teilweisen Beherrschung der Talfahrt. Die Bindung an die Zahnstange ist an sich kein Charakteristikum für sie. Ebenso wie eine genügend hohe, bei störenden Einflüssen durch den Sandstreuer sichergestellte Reibungsziffer für die Bergfahrt bis zu starken Steigungen (60 bis 70 °/₀₀) die Zahnstange erübrigt, so kann auch die reine Reibungsmaschine als sicher und gut bremsender Kompressor bei der Talfahrt arbeiten. In meinem Aufsatz »Der Betrieb auf Steilrampen mit Zahnrad- oder Reibungslokomotiven« im Organ 1924 habe ich darüber bereits berichtet.

Diese Bremsart im Betrieb steiler Hauptbahnen ist allerdings erst eine dem vorigen Jahre entstammende Neuerung. Sie verdankt ihren Ursprung eigentlich nicht einem an sich verständlichen Versuchsbestreben, grundsätzlich die auf den noch bestehenden und ehemaligen Zahnradstrecken von der Gegendruckbremse geleisteten Bremskräfte, die dort das Produkt aus einem kleineren Zuggewicht oder Zuganteil und einer sehr grofsen Schwerkraftkomponente (60 °/₀₀) sind, umzusetzen in solche aus gröfseren Zuggewichten oder -anteilen und kleineren, an sich freilich immer noch beträchtlichen Schwerkraftkomponenten (20 bis 25 °/₀₀). Die Anwendung ist vielmehr erfolgt unter dem Zwange, den Betrieb der verkehrsreichen Steilrampe Probstzella—Rothenkirchen (25 °/₀₀) flüssiger zu gestalten.

Zunächst sei ein mögliches Mifsverständnis von vornherein abgebogen: Angesichts der allgemeinen Einführung der Kunze-Knorr-Güterzugbremse, die ja doch gerade eine in beiden Richtungen vorzüglich abstufbare Bremse darstellt, bei der Deutschen Reichsbahn könnte die Anwendung eines anderen Bremssystems daneben überflüssig erscheinen oder gar stutzig machen. Dagegen ist zu bedenken, dafs von den gesamten Reichsbahnkilometern nur ein bescheidener Prozentsatz in so steilen Gefällen liegt, dafs für sie die Gegendruckbremse in Frage kommt. Der Fuhrpark ist demnach mehr dem wesentlich geringeren Durchschnittsgefälle hinsichtlich des anteiligen Bestandes an Bremswagen angepafst; die Zugrundelegung der hohen Druckluftbremsprozente für die Steilrampen würde ganz aufserordentliche, meist unnötige Kosten erfordern, oder eine im wirklichen Betriebe für die freizügigen Güterwagen nicht durchführbare Konzentration von Bremswagen auf die Steilstrecken verlangen. Es handelt sich also bei unserem Thema nicht um Mängel oder Leistungsgrenzen der Kunze-Knorr-bremse, sondern nur um die Erzeugung der fehlenden Bremskraft infolge des für die Steilrampe zu geringen Bremswagenbestandes.

Die nötigen Bremsprozente mufsten natürlich auch bisher schon geschafft werden. Der normale 1200 t Güterzug auf der Probstzellaer Strecke*) erhielt zu diesem Behuf aufser den normalen Bremswagen noch besondere Bremsballastwagen, soweit die im Zuge vorhandenen Druckluft- und Handbremsen die nötigen Bremsprozente noch nicht hergaben. Solange noch nicht sämtliche Güterwagen mit Luftleitung ausgerüstet sind, ist der Kunze-Knorr-Bremsbetrieb noch auf die sogenannte Spitzengruppe beschränkt; die übrigen Bremsen mufsten von Hand bedient werden, was in der Wirkung keinerlei Nachteile bedeutete, aber viel Personal kostete. In der Regel reichten diese Bremswagen aber noch nicht aus; es mufsten in manche Güterzüge bis zu neun Ballastbremswagen eingestellt werden, wozu selbst Bereitschaftspersonenwagen gelegentlich benutzt wurden.

Überblickt man die Mifsstände eines solchen Betriebes, so leuchtet es ein, dafs sie auf die Dauer als für eine verkehrsreiche Hauptbahn unhaltbar bezeichnet werden mufsten, und es ist verständlich, dafs sich zwei Sitzungen ganz oder teilweise mit ihrer Behebung beschäftigten (Frankfurt 4. April, Saalfeld 10./11. April 1924). Die Mifsstände bestanden aufser in dem schon erörterten hohen Personalbedarf in der Notwendigkeit von Rangierarbeiten, um die für 1 : 40 ungenügend abgebremsten Züge, gegebenenfalls unter Zurücklassung von Nutzlast, durch Einstellung von Bremsballastwagen für die Talfahrt genügend zu sichern und um die Leitungswagen aus der starken Spitzenluftbremsgruppe auszusondern (bis zu 15 Wagen bei manchen Zügen). Damit hing die Erhöhung der Zugzahl zusammen, oder mindestens die Gefahr ihrer Erhöhung, durch Beförderung der aus den ausgelasteten Zügen zugunsten der Bremsballastwagen ausgesetzten Nutzlasten**). In diesem Falle waren weitere Lokomotivgestellungen, also Personalaufwand und Verbrauch von Betriebsstoffen erforderlich, wie denn auch den Betriebskosten der Lokomotiven, soweit sie auf die Hubarbeit der Ballastwagen auf der Bergfahrt entfielen, keinerlei Einnahmen gegenüberstanden.

*) Auf der Steilrampe vorn 2 G 10, hinten eine T 20 oder Gt 2.4/4 als Schub.

**) Im ersten Vierteljahr 1924 wurden täglich aufser den fahrplanmäfsigen Güterzügen bis zu fünf Bedarfszügen in jeder Richtung gefahren, zweifellos z. T. mit aus diesem Grunde.

Die Verschiebearbeiten waren sehr zeitraubend und unwirtschaftlich nicht nur durch ihre Kosten, sondern auch angesichts des sehr lebhaften Verkehrs einerseits und der beschränkten Gröfse der in Betracht kommenden Bahnhöfe andererseits, und nur unter grofsen Schwierigkeiten zu leisten, wozu auch noch die Lokomotivumsetzungen beitrugen, solange nicht die Beförderungsart streng geregelt war. So waren in sieben Tagen in Probstzella 155 Güterzüge durchschnittlich je 79 Minuten verspätet. Hierzu trug auch die Belastung der Strecke mit den leer zu Tal fahrenden Schiebelokomotiven bei.

Der Ausweg wurde in der erwähnten Saalfelder Sitzung in dem Beschlufs gesucht, die Schiebelokomotive mit über den Berg gehen zu lassen, um die Belastung der Strecke mit Leerfahrten zu beseitigen, dann und vor allem, um sie zur Talbremsung mit heranzuziehen. Die Bremstafeln beziehen sich ja stets nur auf den eigentlichen Zug; die Lokomotiven liefs man nur für ihre eigene Bremsung sorgen (im Sinne der Bremskraft). Die grofsen Gewichte von Lokomotive und Tender — stets bis auf die Lokomotivlaufachsen abgebremst — gestatten aber, eine sehr beträchtliche Bremskraft an den Zug abzugeben.

Nach der Bremstafel wird für die Fahrt auf 1 : 40 mit 25 km/Std. ein Klotzdruck von 27 t für 100 t Wagengewicht gefordert (28 t bei 30 km/Std.); daraus ergibt sich durch Beachtung der Klotzdrücke bei den A 10 und A 2 Wagen, dafs für beladene Züge ein Bremswagen 1,6 bzw. 2 Wagen auf der Talfahrt beherrscht, bei Leerwagenzügen bei beiden Wagengattungen etwa 3 Wagen. Da Lokomotive und Tender bzw. Tenderlokomotive sich mit ihrem relativ viel weniger schwankenden Gesamtgewicht in ihren Bremsverhältnissen dem günstigeren Leerwagenfall nähern, so konnte auf eine Beherrschung bis nahe zum Dreifachen des auf den gebremsten Achsen lastenden Gewichts (bei stark aufgebrauchten Vorräten) bei gleicher Sicherheit gerechnet werden. Es läfst sich also überschlagen, dafs man sehr erhebliche Wagengewichte auf die Vorspann- und Schiebemaschine übernehmen kann. Die Zugmaschine sollte nach dem Saalfelder Programm als Sicherheitsfaktor aufser Ansatz bleiben. Dort wurde übrigens sofort an die Riggenbachbremse gedacht, die von der T 20 her aus dem Betrieb schon bekannt war und mit der auch die G 10 Lokomotiven der Stationsorte Saalfeld und Rothenkirchen ausgestattet werden sollten. Auch für die bayerische Schiebemaschine, die Gt 2 . 4/4, rechnete man darauf, wobei allerdings die grofsen Schwierigkeiten, diese Bremse bei ihr als einer Verbundmaschine anzubringen, übersehen waren*).

Die auf diese Weise zu bremsenden Zuganteile wurden in Saalfeld auf 250 t für eine G 10 und 300 t für die schweren Schiebetenderlokomotiven geschätzt, und der grofse wirtschaftliche Vorteil beruhte eben darauf, dafs die zu diesem Zuggewicht sonst erforderlichen Bremser erspart werden und die in ihm etwa sonst enthaltenen Bremsballastwagen entfallen könnten. Da die Sicherheit des Betriebes in hohem Mafse von der richtigen Bemessung jener Zahlen abhängt, ordnete das Reichsverkehrsministerium zunächst Versuchsfahrten an, die vom Eisenbahn-Zentralamt mit dem Lokomotivmefswagen gemeinsam mit den beteiligten Reichsbahndirektionen Nürnberg und Erfurt auszuführen waren. Da der Einbau der Riggenbachbremse in die G 10 Lokomotive erst bevorstand und bei der Gt 2 . 4/4 eine Sache auf lange Sicht war, so war vorerst das Thema nicht allein auf die nur bei der T 20 vorhandene Riggenbachbremse zuzuschneiden, sondern die Frage so zu stellen: wieviel Tonnen Zuggewicht vermag mit der Gegendruck- oder Druckluftzusatzbremse jeweils eine Lokomotive der drei Gattungen als Bremsfahrzeug mit Sicherheit auf sich zu nehmen?

*) Die gröfsere Kürze der bisherigen, noch sehr geläufigen Lokomotivbezeichnungen, die im Text häufig vorkommen, mag ihre Beibehaltung in diesem Fall rechtfertigen (G 10 = G 55.15, T 20 = Gt 57.18, Gt 2 . 4/4 = Gt 88.15 bzw. Gt 88.16).

Die Fahrten fanden in der Zeit vom 23. bis 25. April 1924 unter reger Beteiligung der zuständigen Referenten, Dezernenten und Amtsvorstände, Betriebskontrolleure und Dienststellenvorsteher auf der Strecke Probstzella—Rothenkirchen statt in der Art, dafs am Vormittag des 23. eine Vorversuchsfahrt nach Rothenkirchen unternommen, am Nachmittag in Probstzella das Versuchsprogramm eingehend besprochen wurde und am 24. und 25. die planmäfsigen Versuche gefahren wurden. Am 24. wurden vom oberen Brechpunkt der Strecke, Steinbach am Wald, Wagengruppen wechselnden Gewichtes aus bestimmten Anfangsgeschwindigkeiten im Gefälle abgebremst. Die Wagen waren für den Notfall mit Bremsern besetzt, die aber ohne Notsignal nicht eingreifen durften. Bremskraft, Bremszeiten und -wege wurden mit dem Lokomotiv-Mefswagen II festgestellt. Der ganze Zug — der Mefswagen nächst der Lokomotive — hing zu Tal, da die Zugkraftmefsdose des Mefswagens auf Zug von der bremsenden Lokomotive her beansprucht sein mufste.

Es wurde so in 14 Fahrten ermittelt, welche Lasten von den einzelnen Lokomotivgattungen bei einer bestimmten Geschwindigkeit, auf welchem Wege und in welcher Zeit zum Halten gebracht werden konnten.

Die Ergebnisse der Versuche sind in der Zusammenstellung 1 wiedergegeben. Aufser den Bremsungen mit Gegendruckbremse bei der T 20 Lokomotive handelt es sich um Bremsungen mit der Zusatzbremse bei allen drei Lokomotivgattungen. Zu den 14 Bremsungen auf Halt gesellen sich dann unter 15 und 16 je zwei Talfahrten zur Rückkehr nach Probstzella (mittags und abends), wo die Gegendruckbremse zum gleichmäfsigen Absenken des Zuges diente. Die Übersicht zeigt, dafs die Stillsetzung mit Ausnahme der Fahrt 6, wo der Zug abrutschte und erst durch den Zusatzwiderstand einer Krümmung zum Stehen kam, jedesmal erreicht wurde. Aber auch die Fahrten 5, 10 und 14 wären wegen Überschreitung des höchstzulässigen Bremsweges von 700 m betrieblich unstatthaft. Soweit übrigens unter sonst gleichen Umständen die Bremswege

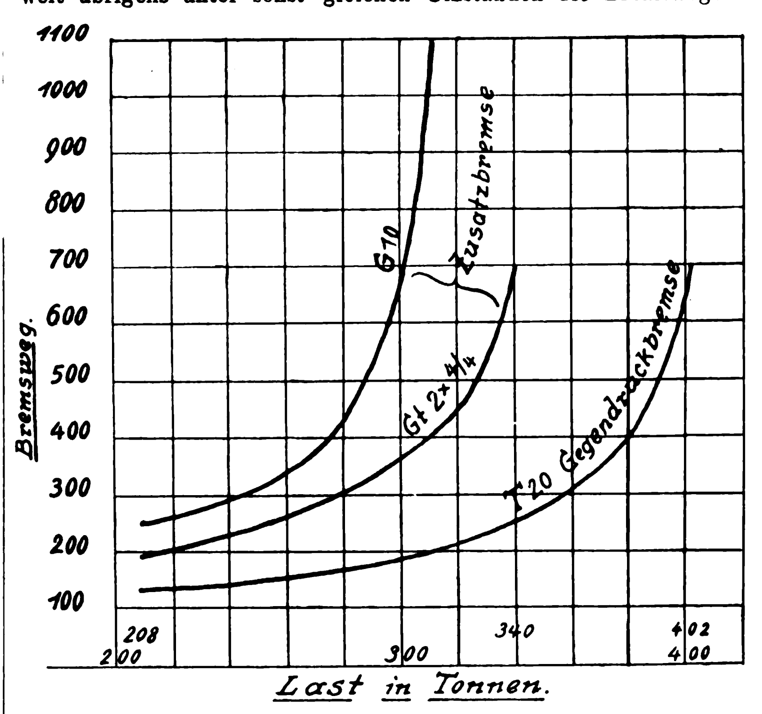



Abb. 1. Zusammenhang zwischen Zuglast und Bremsweg bei den Haltversuchen auf 1 : 40.

stark verschieden ausfielen, liegt die Erklärung jedenfalls darin, dafs die Bremsungen sich an verschiedenen Stellen des Gefälles mit verschiedenen Krümmungen abspielten. Abb. 1 gibt die Mittelwerte der Bremswege in zeichnerischer Darstellung.

**Zusammenstellung 1.**

**Abbremsversuche auf der Strecke Steinbach a. W.—Rothenkirchen im Gefälle 25‰ am 24. 4. 24.**

| Laufende Nummer | Lok. Gattung | Art der Abbremsung | Last | | Geschwindigkeit | | Bremsweg von | | Bremszeit von | | Bremsdruck im Schieberkasten oder Bremszylinder | Bremszugkraft | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Achsen | Tonnen | beim Einsetzen der Bremsung km/Std. | nach Erreichen der Höchstkraft km/Std. | Beginn der Bremsung m | Erreichen der höchsten Bremskraft m | Beginn der Bremsung Sek. | Erreichen der höchsten Bremskraft Sek. | at | höchste kg | mittlere kg |
| 1 | T 20 | Gegendruck | 16 | 208 | 30 | 31,5 | 148 | 103 | 32 | 27 | 8—9 | 7700 | — |
| 2 | „ | „ | 26 | 340 | 30 | 30 | 246 | 222 | 60 | 52 | 11 | 10550 | — |
| 3 | „ | „ | 26 | 340 | 35 | 35 | 546 | 485 | 87 | 81 | 12 | 10550 | — |
| 4 | „ | „ | 26 | 340 | 40 | 42 | 596 | 550 | 100 | 95 | 12—13 | 11800 | — |
| 5 | „ | „ | 30 | 402 | 30 | 31 | 710 | 552 | 146 | 127 | 10—12 | 10500 | — |
| 6 | „ | Zusatzbremse | 26 | 340 | 30 | 35,5 | — | — | — | — | 5,0 dann 7,0 | 5440*) | — |
| 7 | Gt 2 . 4/4 | „ | 16 | 208 | 30 | 27 | 163 | 92,5 | 36 | 27 | 4,6—5,0 | 7200 | — |
| 8 | „ | „ | 16 | 208 | 30 | 28,5 | 240 | 163 | 62 | 38 | 5,0—5,5 | 5750 | — |
| 9 | „ | „ | 20 | 269 | 30 | 29 | 288 | 218 | 58 | 50 | 5,0 | 8000 | — |
| 10 | „ | „ | 26 | 340 | 30 | 31 | 710 | 635 | 133 | 120 | 5,0 | 8300 | — |
| 11 | „ | „ | 26 | 340 | 30 | 30 | 562 | 495 | 105 | 98 | 5,0—5,2 | 8640 | — |
| 12 | G 10 | „ | 16 | 208 | 30 | 30 | 242 | 177 | 45 | 38 | 5,0 | 5750 | — |
| 13 | „ | „ | 20 | 256 | 30 | 30 | 317 | 248 | 62 | — | 5,0 | 7040 | — |
| 14 | „ | „ | 24 | 311 | 30 | 30,5 | 1083 | 1012 | 191 | 124 | 5,0—5,2 | 7690 | — |
| 15 | T 20 | Gegendruck | 26 | 340 | 30 | — | — | — | — | — | 5,0—6,0 | 6100 | 5750**) |
| 16 | „ | „ | 26 | 340 | 20 | — | — | — | — | — | 4,0—5,0 | 6400 | 5140 |

*) Zug konnte nicht zum Halten gebracht werden. — **) Zug wurde mit gleichmäfsiger Geschwindigkeit hinabgelassen.

Die Lasten, die gleichmäfsig zu Tal gebremst werden könnten, also für die ungestörte Talfahrt, sind natürlich gröfser, da es dann nur gilt, die Schwerkraftkomponente auszugleichen, während im Fall des Anhaltens noch aufserdem eine verzögernde Kraft aufgebracht werden mufs. Trotzdem ist selbstverständlich zu fordern, dafs auch aus der gleichmäfsigen Fahrt im Notfall der Zug auf zulässigem Bremsweg zum Stillstand gebracht werden kann. Für den in gleichmäfsiger Fahrt abzusenkenden Zug vom Gewicht $Q^t$ auf einem Gefälle s‰ bei einem Laufwiderstand von w kg/t ist nur die ausgleichende Bremskraft

$$P_o = Q\ (s - w)$$

aufzubringen. Um dagegen das Halten des Zuges herbeizuführen, mufs auch noch die anfängliche lebendige Kraft des Zuges durch die gröfsere Kraft $P_h$ auf dem Bremswege l vernichtet werden. Die Arbeitsgleichung für diesen Vorgang lautet, wenn noch V die Geschwindigkeit beim Beginn der Bremsung in km/Std. bezeichnet:

$$P_h . l = 1{,}05 \frac{1000\, Q . V^2}{2 . 9{,}81 . 3{,}6^2} + Q\,(s - w)\, l \text{ mkg}.$$

Der Faktor 1,05 berücksichtigt die zusätzliche Drehungsenergie der Räder. Die Steigerung der Bremskraft zum Stillsetzen ist also je nach dem Bremsweg verschieden und beträgt

$$\varDelta P = P_h - P_o = 1{,}05 \frac{1000\, Q . V^2}{2 . 9{,}81 . 3{,}6^2 . l}.$$

Die hiernach ermittelten Haltekräfte $P_h$ stimmen mit den Beobachtungsergebnissen in einigen Fällen wenig befriedigend überein, so dafs nennenswerte Abweichungen in manchen Bestimmungsgröfsen noch aufserhalb der Fehlergrenzen der Messungen vermutet werden müssen. Namentlich gehört hierher, wie gesagt, der Einflufs der Krümmungen, der in obiger Gleichung nicht enthalten ist und sich in einer Vergröfserung von w äufsert, wohl auch stellenweise Abweichungen der wirklichen Neigung s von der planmäfsigen. Zum Beispiel seien die Fälle 2, 3, 10 und 11 behandelt, die sich sämtlich auf 340 t Wagenlast beziehen. Die blofse Senkbremskraft beträgt einfach

$$P_o = 340\ (25 - 2{,}5) = 7650 \text{ kg}.$$

Dagegen wäre bei Fahrt 2 mit nur 246 m Bremsweg eine durchschnittliche Haltekraft $P_h$ nach der Gleichung

$$1{,}05 . \frac{340\,000 . 30^2}{2 . 9{,}81 . 3{,}6^2} + 7650 . 246 = P_h . 246$$

mit $P_h = 12\,670$ kg zu erwarten, während an der Mefsdose als Höchstwert, nicht als Durchschnitt, nur 10 550 kg beobachtet wurden. Bei Fahrt 3 ist die Übereinstimmung wenigstens mit dem Höchstwert (10 800 kg gegen 10 550 kg) angesichts des längeren Bremsweges von 546 m besser. Dagegen bleiben in den Fällen 10 und 11 die zu erwartenden Durchschnittskräfte $P_h$ mit 9420 kg und 9900 kg wieder mit je mehr als 1000 kg selbst über den beobachteten Höchstwerten.

Am 25. April schlossen sich den planmäfsigen Einzelbremsungen für die Bremswegermittlung vier Fahrten mit planmäfsigen Güterzügen über die ganze Strecke Probstzella—Rothenkirchen und zurück an. Abb. 2, die keiner weiteren Erklärung bedarf, zeigt die Zusammensetzung der Züge. Zusammenstellung 2 gibt die Messungsergebnisse und die aus ihnen ermittelten Zuggewichte wieder.

Für einen Vergleich der Gegendruck- und Zusatzbremse (Klotzbremse) könnte es vielleicht zunächst scheinen, dafs in der Wirksamkeit der Lokomotivtreibräder ein grundsätzlicher Unterschied nicht besteht, da ja in beiden Fällen dieselbe Reibung zwischen Rad und Schiene entweder die gleitende Reibung an den Bremsklötzen überwinden oder das Drehmoment für die als Verdichter arbeitende Lokomotivmaschine hergeben mufs.

Um den Verschleifs der Bremsklötze in einigermafsen erträglichen Grenzen zu halten, ist man aber zu mäfsigen Bremszylinderdrücken gezwungen. Dann beginnt die Überlegenheit der Gegendruckbremse, denn selbst bei dem beträchtlichen Bremszylinderdruck von 5 bis 5,2 at weisen die Fahrten

**Zusammenstellung 2.**

**Zugfahrten mit Verwendung der Schiebelokomotive als Bremslokomotive bei Talfahrten auf der Strecke Probstzella—Rothenkirchen**

| Fahrt Nr. | Zug Nr. | Zug Last t | Strecke | Mittleres Gefälle ‰ | Art der Bremsung der Schiebelokomotive | Mittlerer Bremsdruck im Schieberkasten bzw. Bremszylinder at | Mittlere Zugkraft am Zughaken gemessen kg | Mittlere Abbremsung durch die Schiebelokomotive t | Bemerkung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 8079 | 1006 | Steinbach—Förtschendorf | 21,6 | Gegendruck | 6,6 | 7540 | 390 | Die abgebremsten |
| | | | Förtschendorf—Rothenkirchen | 13,0 | „ | 4,0 | 2630 | 246 | Tonnen sind |
| 2 | 6803 | 1189 | Steinbach—Ludwigstadt | 24,2 | Zusatz | 2,5 | 4920 | 246 | errechnet ohne |
| | | | Ludwigstadt—Probstzella | 16,0 | „ | 2,0 | 5380 | 392 | Berücksichtigung |
| 3 | 6818 | 1256 | Steinbach—Förtschendorf | 21,6 | „ | 1,4 | 2790 | 185 | des Kurven- |
| | | | Förtschendorf—Rothenkirchen | 13,0 | — | 1,0 | — | — | Widerstandes |
| 4 | 34239 | 590 | Steinbach—Ludwigstadt | 24,2 | Gegendruck | 6,5 | 7900 | 360 | |
| | | | Ludwigstadt—Probstzella | 16,0 | „ | 5,3 | 7040 | 500 | |

10 und 11 der Zusammenstellung 1 Bremswege von 562 und 710 m auf, während die im Reibungsgewicht wesentlich leichtere T 20 Lokomotive (95 t gegen 120 t bei vollen Vorräten) den gleichen Zug auf 246 m (Fahrt 2) und aus der gröfseren Geschwindigkeit von 35 km/Std. auf 546 m zum Stehen brachte.

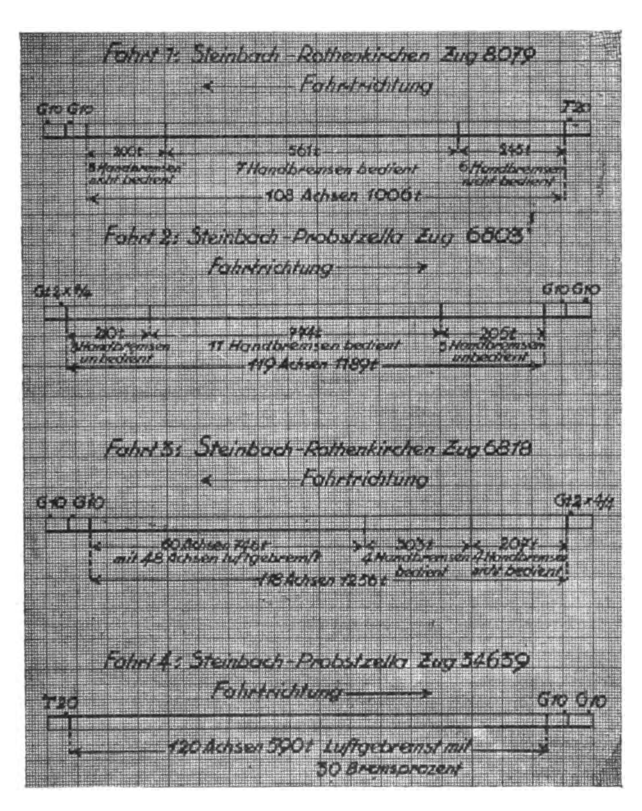



Abb. 2. Zugbilder der Bremsfahrten mit normalen Zügen.

Noch augenfälliger zeigte sich die Überlegenheit der Gegendruckbremse an ein und derselben T 20, wo der Zug von 340 t mit der Zusatzbremse überhaupt nicht zum Stehen gebracht werden konnte. Dabei sind so hohe Drücke im Bremszylinder auf die Dauer gar nicht tragbar. Bei der Fahrt 2 der Zusammenstellung 2 waren bei Bremszylinderdrücken von 2,5 bzw. 2 at die Bremsklötze bei der einen Talfahrt (13 km) um 23 mm abgenutzt. Da es sich um bereits zum Teil abgeschliffene Klötze handelte, bedeutete diese eine Fahrt den endgültigen Verschleifs. Die Reifen waren bereits sehr warm geworden, so dafs ein derartiger Dauerbetrieb das Gespenst von Reifenlockerungen heraufbeschwört. Dabei waren im starken Gefälle von 24,2 ‰ (im Mittel) nur 246 t Zuggewicht abgebremst, während die Gegendruckbremse mit 6,5 at Schieberkastendruck 360 t übernahm. Bei weiterer Ermäfsigung der Bremszylinderdrücke (Fahrt 3) wird der Unterschied noch gröfser.

Die Frage war noch zu erörtern, wieviel Tonnen abzubremsendes Zuggewicht man den einzelnen Lokomotivgattungen, sei es mit Zusatzbremse, sei es mit der Gegendruckbremse, zumuten soll und woran für den Lokomotivführer das Vorhandensein der gewollten Bremskraft erkenntlich ist. Die eindeutige Beantwortung war insofern nicht leicht, als auch die Geschwindigkeit eine Rolle spielt, verschieden allerdings für Zusatz- und Gegendruckbremse. Während bei einem bestimmten Bremszylinderdruck die Bremswirkung mit steigender Geschwindigkeit abnimmt, weil die Reibungsziffer der Klötze sinkt, steigt die Haltekraft der Gegendruckbremse bei gleicher, nahezu geschlossener Stellung des Drosselventils mit zunehmendem Schieberkastendruck beträchtlich, weil zum Herausdrücken des mit der Geschwindigkeit steigenden sekundlichen Luftvolumens durch das Drosselventil ein immer gröfserer Schieberkastendruck erforderlich wird. Für die G 10 ist das weiter unten noch genauer nachgewiesen. Dabei bewegten sich in gleicher Richtung die Forderungen einerseits bei der Zusatzbremse nach einem nicht zu hohen Bremsklotzverschleifs, andererseits bei der Gegendruckbremse nach sicherer Vermeidung des Schleifens (ohne nennenswerte Inanspruchnahme des Sandstreuers), auch bei ungünstiger Reibung, und zu hoher Stopfbuchstemperaturen mit derjenigen nach einer möglichen Verstärkung auch der Lokomotivbremsung für den Notfall.

Es wurde während der Versuche auch die Frage aufgeworfen, was geschieht, wenn durch ungeschickte Handhabung der Bremse der am Schlufs laufenden Lokomotive im Gefälle die Schlufskupplung reifst. Die Antwort liefert folgende Betrachtung: Übernähme die Schlufsmaschine selbst 250 t Zuggewicht, so würden beim Reifsen der Schlufskupplung diese 250 t mit ihrer Schwerkraftkomponente, vermindert um ihren Eigenwiderstand (2,5 kg/t), für die Beschleunigung des Zuges (ohne Schlufsmaschine) frei. Beim 1200 t-Zug auf 25 ‰ bedeutet dies eine Beschleunigungskraft von $250 \cdot (25 - 2{,}5) = 5625$ kg, diese erteilen dem 1200 t-Zug mit den beiden G 10 Lokomotiven an der Spitze, also einem Gesamtgewicht

von 1420 t (bei mittleren Tendervorräten) eine Anfangsbeschleunigung

$$p = \frac{5625 \cdot 9,81}{1420000 \cdot 1,05} = 0,0385 \text{ m/Sek.}^2$$

worin der Wert 1,05 wieder die zusätzliche Drehungsenergie der Räder berücksichtigt.

Sieht man von dem Luftwiderstand bei den immerhin noch mäfsigen Güterzuggeschwindigkeiten ab, so ist diese Beschleunigung als annähernd unveränderlich zu betrachten und hat beispielsweise die Wirkung, dafs nach einer Minute der Geschwindigkeitszuwachs

$$\Delta V = 60 \cdot 0,0385 = 2,31 \text{ m/Sek.}$$

oder auf km/Std. bezogen

$$\Delta V = 3,6 \cdot 2,31 = 8,3 \text{ km/Std.}$$

beträgt.

Von 25 km/Std. wäre dann die Geschwindigkeit auf rund 33 km gestiegen. Diesen Zuwachs merkt aber der aufmerksame Lokomotivführer zweifellos, ja schon vorher, selbst wenn ungünstigerweise das Pfeifensignal der abgerissenen Lokomotive auf der Zuglokomotive nicht gehört wird. Da nun niemals für den Betrieb die Grenzwerte der Bremskräfte angewandt werden, so ist eine Verstärkung der Bremskraft der Vorspannlokomotive noch möglich, und da die Zuglokomotive normal überhaupt noch nicht zur Abbremsung der Zugkraft eingesetzt war, sie also selbst für 250 t Zuggewicht einspringen kann (Abb. 1 und Fahrt 13 der Zusammenstellung 1), so ist der Vorfall nicht gefährlich. Und zwar kann sie einspringen nicht nur für die Ausgleichung der Schwerkraft, sondern auch für die zum Anhalten nötige Verzögerungskraft, die zu ergänzen sein würde durch schärferes Anlegen der normalen Zugbremsen. Vor allem aber ist für die Gegendruckbremse der T 20 Lokomotive zu sagen, dafs beim Zutalbremsen von 250 t Wagengewicht der Schieberkastendruck so klein bleibt, dafs ein Schleifen der Räder nicht zu befürchten ist, und nur ein Aussetzen der Bremswirkung nach einem Schleifen und ungeschicktes Wiederingangsetzen der Gegendruckbremse könnte überhaupt einen Kupplungsbruch herbeiführen. Beim normalen, vorsichtigen Ingangsetzen der Gegendruckbremse ist im Gegenteil das Auffangen des Zuges auf dem Druckluftpolster immer ein geradezu elastisches. Ebenso ist nicht ersichtlich, wie die mäfsig angesetzte Zusatzbremse plötzliche, mit Rifsgefahr am Zugende verquickte Zerrungen ergeben sollte. Es handelt sich also zusammenfassend um ein unwahrscheinliches, aber selbst dann noch zu beherrschendes Ereignis.

Und das bleibt auch so in dem ungünstigeren Falle, dafs der Zug nur 800 t schwer ist, so dafs also die entfesselte Schwerkraftkomponente der 250 t sich auf die kleinere Masse von 1020 t auswirken würde. Der minutliche Geschwindigkeitszuwachs würde dann einfach ein im Verhältnis 1420 : 1020 vergröfserter sein, also $\Delta V = 11,6$ km/Std. betragen. Diese gröfsere Beschleunigung müfste aber dem aufmerksamen Führer noch schneller auffallen, und die Verhältnisse hinsichtlich der Bremsung durch die Lokomotiven liegen insofern noch günstiger, als der auf sie entfallende Zugteil relativ gröfser ist. Übrigens wäre die Bildung solcher Züge, wenigstens beladen oder unter 120 Achsen eine Ungeschicklichkeit der Stationen, da dann für nur 100 t eine schwere Schiebelokomotive angesetzt werden müfste.

Im Sinne betrieblicher Vorsicht leisten diese Überlegungen noch eins: sie unterstreichen die Wichtigkeit der Ausrüstung der Lokomotiven mit augenblicklich anzeigenden Geschwindigkeitsmessern, bzw. rechtfertigen deren Vorhandensein auch auf langsam fahrenden Lokomotiven. Denn sie unterstützen das Gefühl des Lokomotivführers für einen Geschwindigkeitszuwachs in sicherster Art. Dafs in starken Gefällen der Führer öfter einen Blick auf den Geschwindigkeitsmesser wirft, und ganz sicher dann, wenn er eine Beschleunigung zu verspüren meint, ist eine selbstverständliche Forderung an sein Pflichtgefühl.

In das Gebiet der Betriebssicherheit gehört auch die Ausrüstung der Steilrampen-Lokomotiven mit weittönenden Pfeifen (oder Typhonen) zur gegenseitigen Verständigung und der des Zugpersonals; denn gerade die Steilrampen mit ihren oft häufigen, z. T. im Tal verlaufenden Krümmungen pflegen nicht gerade ein akustisches Optimum zu sein.

Das Lokomotiv-Versuchsamt Grunewald glaubte auf Grund der beschriebenen Versuche die Übernahme von 200 t Wagenlast auf die G 10 Vorspannlokomotive oder die bayerische 2 . 4/4 gek. Schiebelokomotive empfehlen zu sollen, während die mit der Gegendruckbremse ausgerüstete Schubmaschine für die Talfahrt 250 t beherrschen sollte. Angesichts des starken Bremsklotzverschleifses empfahl das Amt weiter, es bei 1,5 at Bremszylinderdruck bewenden zu lassen. Bei einer solchen Regelung würde aber die erforderliche Bremskraft aus der bayerischen Tenderlokomotive kaum noch, und noch weniger aus der G 10 herauszuholen sein.

Die damals unterlassene Rechnung, wie ich sie oben gebracht habe, weist nämlich darauf hin, dafs die Kraft zum Ausgleichen der Schwerkraftkomponente den überwiegenden Teil der gesamten Haltekraft selbst bei kleinen Bremswegen und erst recht bei solchen von 500 m und mehr ausmacht; im letzteren Fall etwa das $^3/_4$ fache. Wenn also die G 10 Lokomotive mit 5 at Bremszylinderdruck 208 t auf allerdings 242 m aus 30 km/Std. Geschwindigkeit anzuhalten vermochte, so sind für die Absenkung jedenfalls mehr als 1,5 at erforderlich, und zwar auch dann noch, wenn man für die wirkliche Geschwindigkeit von 25 km/Std. bereits mit einer kleinen Zunahme der Reibungsziffer (gegenüber 30 km Std.) rechnet. Aus der Zusammenstellung 2 geht weiter hervor, dafs für die Talfahrt auf 1 : 40 mit gleichmäfsiger Geschwindigkeit die bayerische Gt 2 . 4/4 mit 2,5 at 246 t abzusenken vermag, so dafs also bei der Forderung von 200 t Wagenlast noch 2 at Zylinderdruck erforderlich bleiben würden. Da man unter 200 t mit der an sich schweren Lokomotive nicht gut herunter gehen will und ein Umbau für die Gegendruckbremse zunächst noch nicht ausgeführt werden kann, so mufs es schon bei der damit verbundenen Bremsklotzabnutzung verbleiben. Für die G 10 Lokomotive ist diese Bemerkung allerdings überholt, weil die auf der Strecke Probstzella—Rothenkirchen verkehrenden Lokomotiven dieser Gattung inzwischen sämtlich Gegendruckbremse erhalten haben.

Die Reichsbahndirektion Nürnberg, die als örtlich zuständige Verwaltung die Vorschriften für den Betrieb der Steilrampe auszuarbeiten hatte, sah gleichfalls 200 t für die G 10 Lokomotive und weitere 200 t für die Schubmaschine vor; sie unterscheidet drei Fälle:

einmal: die Beförderung eines Zuges von 701 und mehr Tonnen mit zwei G 10 an der Zugspitze und einer Gt 2 . 4/4 oder einer T 20 am Zugschlufs,

zweitens: Züge mit einem Zuggewicht zwischen 350 und 700 t mit einer G 10 Lokomotive vorn und einer hinten und

drittens: Züge von 350 und weniger Tonnen mit einer G 10 Lokomotive.

Die Übertragung der Bremsung von 400 t Zuggewicht auf die Lokomotiven sollte dabei für den ersten Fall, die für 200 t für den zweiten Fall gelten, während für den leichten Güterzug mit einer Lokomotive auf deren Mitwirkung als Bremsfahrzeug verzichtet wurde. Den Grad der Abbremsung der Zug- und Schiebelokomotive mittels Gegendruck- oder Zusatzbremse sollten die örtlichen Stellen bestimmen, doch war die Entscheidung, dafs die G 10 mit 200 t und eben damit die schwere Schiebemaschine anzusetzen sei, schon in der oben genannten Bestimmung vorweg genommen.

Inzwischen wurde die Ausrüstung der G 10 Lokomotiven mit Gegendruckbremse betrieben und eine der ersten derartigen Lokomotiven in der Zeit vom 27. August bis 3. September 1924 auf der Strecke Grunewald—Wiesenburg mit dem Mefs-

wagen I des Lokomotiv-Versuchsamts eingehenden Versuchen unterzogen. Die Versuche wurden diesmal so vorgenommen, dafs die Lokomotive mit Gegendruckbremse von einer G 12 Lokomotive mit dazwischen gekuppeltem Mefswagen geschleppt wurde. Das Mefsdosenende war dabei naturgemäfs der G 10 Lokomotive zugekehrt. Die auftretenden Zugkräfte wurden selbsttätig registriert, die Lokomotive aufserdem in bestimmten Intervallen indiziert. Bei den Versuchen wurde die Geschwindigkeit mit 25 km/Std. auf einem Wert gehalten, der der höchsten Geschwindigkeit der Güterzüge auf der Probstzellaer Steilrampe entspricht. Die Abb. 3 zeigt die bei diesen Fahrten erreichten Zugkräfte in ihrer Abhängigkeit vom Schieberkastendruck.

Angesichts des wechselnden Profils (mit an sich mäfsigen Neigungen) waren die beobachteten Kräfte zweckmäfsig noch umzurechnen auf die Ebene, indem also die jeweils zum Heben und Senken der geschleppten Lokomotive erforderliche Kraft noch in Anrechnung gebracht ist (Abzug bzw. Zuzählung). Diese Bremskräfte der Ebene, als einheitliche Basis, nicht die in der wechselnden Neigung beobachteten Einzelwerte, kommen in der Abbildung zum Ausdruck.

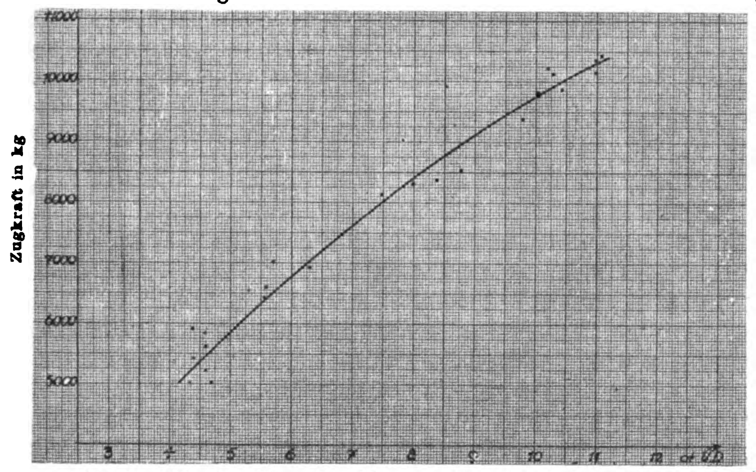



Abb. 3. Mit der Gegendruckbremse der G 10-Lokomotive bei 25 km/Std. erreichte Zugkräfte bezogen auf die Ebene.

Aus dieser Kurve ist dann auf dem Berechnungswege die Kurvenschar der Abb. 4 entwickelt, dabei ist als Abszisse das Gefälle in $^0/_{00}$, als Ordinate das Zuggewicht aufgetragen, das jeweils in gleichförmiger Fahrt mit 25 km/Std. abgesenkt werden kann. Der Widerstand der Wagen- und Tenderachsen ist hierbei mit 2,5 kg/t, derjenige der Treibachsen mit 5 kg/t eingesetzt. Auf die Berücksichtigung des Luftwiderstandes wurde angesichts der geringen Geschwindigkeit verzichtet.

Das hier gewonnene Material ist wesentlich erschöpfender als das der Halteversuche und Talfahrten mit den Zügen des Betriebs bei Probstzella, auch weil der Systematik bei den reinen Versuchsschleppfahrten noch besser Rechnung getragen werden konnte.

Die Kurve der Abb. 5 zeigt, dafs bei ein und derselben Stellung des Drosselventils und zwar derjenigen, mit der die Höchstwerte der Abb. 3 für 25 km/Std. erhalten wurde, der Schieberkastendruck aufserordentlich mit der Geschwindigkeit veränderlich ist. Bei kleinen Geschwindigkeiten ist die Veränderlichkeit fast linear, bei gröfseren Geschwindigkeiten steigt der Druck langsamer. Wenn das Lokomotiv-Versuchsamt den Grund dafür in den bei höheren Drücken sich stärker bemerkbar machenden Undichtigkeitsverlusten sucht, so ist dem um so mehr beizutreten, als man für unbedingte Dichtigkeit eigentlich ein stärkeres als das lineare Wachsen annehmen müfste, da die Strömungswiderstände der Luft doch mit dem Quadrat der Geschwindigkeit, die ihrerseits theoretisch linear mit der Fahrgeschwindigkeit steigt, wachsen. In Wirklichkeit dürfte indes das sekundlich angesaugte Luftvolumen, eben wegen der Widerstände beim Ansaugen, schwächer als die Fahrgeschwindigkei zunehmen.

Überträgt man den Inhalt der Abb. 5, nämlich die starke Beeinflussung des Schieberkastendruckes durch die Geschwindigkeit, auf die Abb. 4, so erkennt man, dafs die hier verzeichneten Drücke nur einer bestimmten Geschwindigkeit zugeordnet sein können — eben 25 km/Std.; jede abweichende Geschwindigkeit wird eine andere Kurvenschar ergeben. Man kann also nicht ohne gleichzeitige Geschwindigkeitsangabe einen Schieberkastendruck benennen, der die Übernahme eines bestimmten Wagengewichtes auf die Lokomotive als Bremsfahrzeug gewährleistet. Eine solche Geschwindigkeitsangabe erfolgt dann zweckmäfsig für die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf der Gefällstrecke, also die 25 km/Std.

Hierbei übernimmt also die G 10 auf 1 : 40 bei 6 at Schieberkastendruck mit der Riggenbachbremse 200 t Zuggewicht. Die Inanspruchnahme des

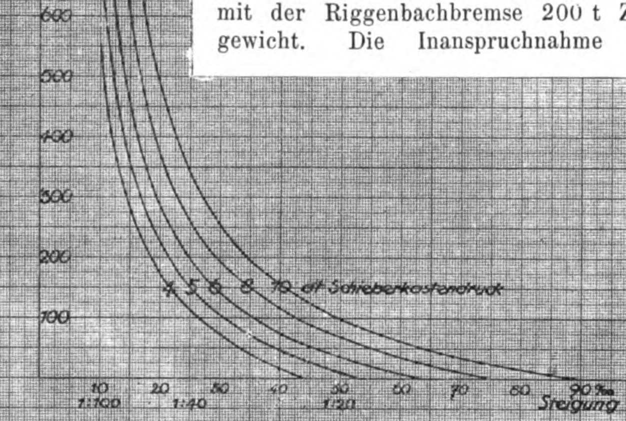



Abb. 4. Mit der Gegendruckbremse auf Gefällstrecken bei versch. Schieberkastendrücken auf gleichbleibender Geschwindigkeit von 25 km/Std. gehaltene Zuggewichte (G 10 Lok.).

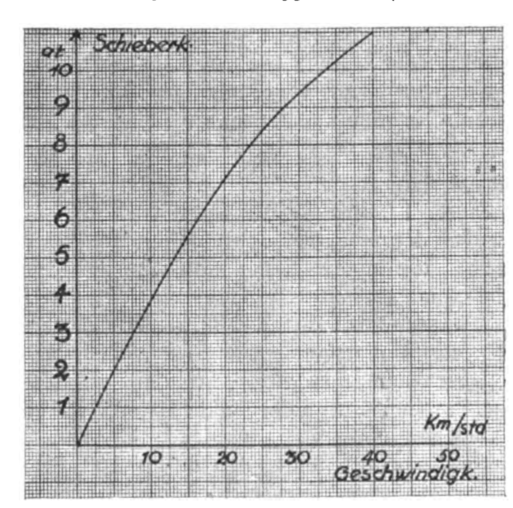



Abb. 5. Zunahme des Schieberkastendruckes mit wachsender Geschwindigkeit bei unveränderter Stellung des Drosselventils.

Reibungsgewichtes ist dabei bescheiden, eine Steigerung des Druckes auf 10 at ergibt eine kräftige Reserve für mäfsige Bremswege. Selbst bei dem unwahrscheinlichen Ausfall der Schiebemaschine in der Bremswirkung könnten die beiden G 10 unter Ausnutzung hoher Schieberkastenspannungen — nötigen-

falls unter Sicherung der Reibung durch den Sandstreuer — bis zu 700 t auf sich nehmen, während doch 400 bis 450 t nur vorgesehen sind, d. h. sie könnten nicht nur die gleichmäfsige Talfahrt sichern, sondern auch den Zug unter gleichzeitiger Verstärkung der Wirkung seiner übrigen Bremsen im Gefälle stellen. Die vollen 700 t würden allerdings schon geschickte Führer voraussetzen.

Der normale Betrieb mit 200 t Wagengewicht als Senklast für die G 10 sichert zugleich eine Schonung der Stopfbüchsen gegenüber hohen Temperaturen. In dieser Beziehung verhält sich überhaupt die G 10 günstiger als die T 20; bei den Versuchen stieg die Temperatur erst nach Erreichung von 9 at ohne Einspritzung auf $350^0$; bei der dann in Tätigkeit gesetzten Wassereinspritzung (Kesselwasser*) überschritt die Temperatur auch bei 11 at diesen Wert nicht.

Es erhebt sich die Frage, ob man nicht einfach aus diesem Material Rückschlüsse auf die Bremskraft der T 20 ohne nochmalige Versuche wenigstens annähernd ziehen kann. Die Frage ist zu bejahen. Man könnte zunächst an eine Proportionalität der Bremskräfte mit den Reibungsgewichten denken. Hierzu ist zu bemerken, dafs die Reibungsgrenze immerhin nicht ganz die Rolle spielt, wie bei der Bergfahrt. Das Bremsdiagramm ist gegenüber dem aktiven Dampfdiagramm erheblich kleiner*) und zwar soviel, dafs die Verkleinerung auch nicht ausgeglichen wird durch den Umstand, dafs die Triebwerksreibung ihr Zeichen umkehrt, bei der Talfahrt also bremsen hilft. Ein Vergleich der Reibungsgewichte führt dann (bei vollen Vorräten) auf eine Wagenbremslast der T 20 von 253 t. In anbetracht der vorzüglichen Sandung der T 20 — volles Reibungsgewicht für beide Fahrtrichtungen — könnte man diese je Tonne Reibungsgewicht sogar etwas höher bewerten. Man mufs aber andererseits bedenken, dafs die Schiebelokomotiven auf dem Brechpunkt mit bereits stark verminderten Vorräten, also vermindertem Reibungsgewicht ankommen, so dafs man über 250 t doch zweckmäfsig nicht hinausgehen wird. Auf fast genau den gleichen Betrag (246 t) führt auch der Vergleich der Triebwerkscharakteristiken $C = \frac{d^2 . h}{D}$, wobei man sogar noch eine Vermehrung für die T 20 angesichts ihres höheren Kesseldruckes im Verhältnis von 14 zu 12 at an sich würde rechtfertigen können. Von dem damit sich ergebenden Wert von 288 t wird allerdings aus den oben erörterten Gründen zweckmäfsig abzusehen sein. Einen Fehler hinsichtlich verschiedener Lastgruppierung vom Reibungs- zum Gesamtlokomotivgewicht begeht man bei den beiden Lokomotivgattungen im Falle teilweiser erschöpfter Vorräte nicht.

Damit ist dann auch die Anweisung für den Lokomotivführer gegeben. Er wird mit der Gegendruckbremse der G 10-Lokomotive bei der Höchstgeschwindigkeit von 25 km/Std. im Gefälle 1 : 40 mit einem Schieberkastendruck von 6 at zu fahren haben, um auf 200 t gebremstes Zuggewicht rechnen zu können, während bei der T 20, wenn man nur 200 t zulassen will, das Manometer etwa 5 at zeigen müfste. Dafs auch eine Übernahme von 250 t auf die T 20 als bremsende Schlufsmaschine (bei 6 at) unbedenklich wäre, ist oben gezeigt worden. Dagegen mufs man bei der Gt 2 . 4/4, solange die Gegendruckbremse noch fehlt, den durch 2 at Bremszylinderdruck bedingten Bremsklotzverschleifs in Kauf nehmen, da sonst wenigstens im vollen Gefälle 1 : 40 keine 200 t mehr von der Lokomotive übernommen werden. Auf den schwächer fallenden Teilen der Steilrampe müssen natürlich unter sonst gleichen Umständen auch die Drücke der Riggenbachbremse ermäfsigt werden.

Am 18. und 19. Dezember 1924 sind dann auf der Probstzellaer Steilrampe noch Versuche mit einer geschleppten T 20 gemacht worden, bei denen das Einspritzkühlwasser für die Gegendruckbremse nach dem Vorschlage des Erfurter Maschinenamtsvorstandes (Reichsbahnrat Schleifenheimer) nicht in den Schieberkasten, sondern unmittelbar in die Zylinder durch die Deckel eingeleitet wurde. Der Zweck dieser Mafsnahme sollte eine Herabsetzung der hohen Verdichtungstemperatur sein, und er ist, wie die Messungen ergaben, auch in vollem Umfange erreicht worden. Die Kühlung findet hier an der Entstehungsstelle der hohen Temperatur im Zylinder, sozusagen in statu nascendi, statt.

Die Höchsttemperatur bei der neuen Einspritzungsart lag $40^0$ tiefer, auch der Wasserverbrauch blieb mit 750 kg im Mittel für jeden Zylinder unter 1050 kg der bisherigen Anordnung bei zwei völlig vergleichsfähigen Fahrten. Bei den vorhandenen Lokomotiven ist diese Einrichtung ohne sonstige Abänderung der Zylinderdeckel nur durch die Einführung der Spritzrohre durch die Indikatorstutzen möglich, die damit ihrer eigentlichen Verwendung entzogen werden. Für den Neubau müfsten die Zylinderdeckel zusätzliche Rohrnocken erhalten, es wird noch zu erwägen sein, ob, wenn man sich auf mäfsige Schieberkastendrücke und also auch auf mäfsige Verdichtungstemperaturen beschränkt, diese Mafsnahme erforderlich ist. Allerdings wäre die Hinzufügung dieser Nocken ein an sich billiges Mittel, im Notfalle auch hohe Verdichtungsspannungen besser zu beherrschen, freilich wäre auch die Möglichkeit zu Wasserschlägen bei kleinen Drücken eher vorhanden. Bei den geschilderten Versuchen, wo stets auf Zugkräfte von 10 t und darüber gefahren wurde, war die Bildung von Kondenswasser nicht festzustellen.

Neue Erkenntnisse für die Wirkung der Gegendruckbremse brachten diese Versuche naturgemäfs nicht, zumal das Fahren mit mittleren Drücken unterlassen wurde, um die Wirksamkeit des Abänderungsvorschlages gerade für die höchste Beanspruchung festzustellen.

Das Thema des Gegendruckbetriebes auf der Steigung 1 : 40 ist im vorstehenden nunmehr erschöpfend behandelt. Es erhebt sich noch die Frage, bis zu welchen Neigungen man die Gegendruckbremse zweckmäfsig anwendet. Hier mag nun zurückgegriffen werden auf die Abb. 4, aus der hervorgeht, dafs man auf einem Gefälle von 1 : 100 mit der G 10 bei der üblichen Inanspruchnahme des Reibungsgewichtes 1000 t mit 8 at Schieberkastendruck und 25 km/Std. zu Tal zu bremsen vermag, d. h. dasselbe Zuggewicht, das die Lokomotive zu Berg zu schleppen vermag. Hieraus darf allerdings auch nicht einmal theoretisch der Schlufs gezogen werden, dafs man unter Umständen den ganzen Zug restlos mit der Gegendruckbremse bedienen könnte; denn es handelt sich in dieser Abbildung immer nur um das gleichmäfsig herabzulassende Wagengewicht, ohne eine Reserve für Verzögerung bei voller Inanspruchnahme des Reibungsgewichtes. Sieht man eine solche Reserve vor, unter gleichzeitiger Beschränkung auf kleinere Schieberkastendrücke zur Schonung der Stopfbüchsen, so mufs auch auf der mäfsigeren Steigung 1 : 100 ein grofser Anteil des Zuges den üblichen Bremsen verbleiben. Dazu kommt noch, dafs bei alleinigem Vorhandensein der Gegendruckbremse ohnehin ein gleiches Mafs von Betriebssicherheit nicht als vorhanden angenommen werden darf, weil die Gegendruckbremse schlimmstenfalls gleich ganz oder mit einem erheblichen Anteil ausfällt, während bei der Luftdruckbremse kaum gleichzeitig mehrere Bremsapparate in Unordnung sein werden, und überdies die Möglichkeit einer Bremsprobe auch im Stillstand vorhanden ist. Bei den Fahrten mit mehreren Lokomotiven mit Gegendruckbremse tritt dieser Gesichtspunkt mehr in den Hintergrund; es müfste schon ein unwahrscheinlicher Zufall sein, dafs gleichzeitig an mehreren Lokomotiven die Riggenbachbremse schadhaft würde. Dafs es für eine der Lokomotiven unbedenklich wäre, wurde oben in etwas anderem Zusammenhange gezeigt.

*) Organ 1924, S. 98.

Für kleine Bremskräfte ist die Gegendruckbremse nicht geeignet; will man ihren Bestandteilen keine übermäfsig grofsen Abmessungen geben, so bedeutet bereits das ganz geöffnete Drosselventil bei Geschwindigkeiten um 30 km/Std. herum einen solchen Durchgangswiderstand für die verdichtete Luft, dafs Schieberkastendrücke von 2 bis 3 at nicht unterschritten werden können. Für geringere Gefälle, wo man also für die ungestörte Talfahrt mit kleinen Bremskräften auskommt, verliert damit die Gegendruckbremse ihre Bedeutung als Senkbremse. Zum eigentlichen Anhalten des Zuges ist sie der Klotzbremse gleichfalls unterlegen. Ihre Wirksamkeit, gegeben durch den Schieberkastendruck als Funktion des sekundlichen Luftvolumens, sinkt mit abnehmender Geschwindigkeit, während die Wirkung der Klotzbremse im gleichen Falle wegen der Zunahme der Reibungsziffer steigt.

Wenn das Drosselventil und alle an der Gegendruckbildung beteiligten Organe nicht vollständig dicht sind, ist in starken Gefällen sogar ein ganz langsames Weitergleiten des Zuges möglich, weil dann die Undichtigkeiten genügen, um die bei sehr kleinen Geschwindigkeiten sekundlich aufkommenden geringen Luftvolumina wieder zu entlassen. Das letzte Anhalten wird deshalb vorsichtigerweise häufig durch Geben eines kurzen Gegendampfstofses (die Steuerung liegt ja schon rückwärts) oder durch Anziehen der Zusatzbremse bewirkt. Das Festhalten des Zuges im Gefälle bedingt ohnehin das Anlegen der Luftdruckbremse, die also auch aus diesem weiteren Grunde nicht entbehrt werden kann.

Bis zu welchem unteren Grenzwert der Neigung man in der Anwendung der Gegendruckbremse gehen will, ist bis zu einem gewissen Grade willkürlich, wenn nur die Bedingung erfüllt ist, dafs ein Schieberkastendruck von mindestens 3 at (besser 4 at) notwendig ist, um einen ansehnlichen Teil des Zuges (allerdings zweckmäfsig i. a. weniger als 50 v. H.) zu beherrschen. Diese Bedingung wird bei 1 : 100 noch häufig erfüllt sein. Auch eine gröfsere Anzahl G 12 Lokomotiven, die auf dieser Steigung nach Ausrüstung mit völliger Sandung ihres Reibungsgewichtes den 1200 t-Zug allein zu befördern vermögen, werden zur Zeit mit Gegendruckbremse ausgerüstet. Eine der ersten wird dem Lokomotiv-Versuchsamt Grunewald überwiesen werden.

Die Abhandlung ist wiederum ein Beweis dafür, dafs den Versuchen mit dem Lokomotiv-Mefswagen ein hoher Wert sowohl nach Seiten der Wirtschaftlichkeit als auch der Betriebssicherheit innewohnt. Die erzielten genauen Ergebnisse wären durch blofse Betriebsversuche nicht zu gewinnen gewesen.

### Zusammenfassung.

Das Ergebnis der vorstehend erörterten Versuche läfst sich kurz in folgenden Leitsätzen zusammenfassen:

1. Die Gegendruckbremse ist eine vorzügliche Senkbremse für gröfsere Gefälle, um einen nennenswerten Anteil des Zuges (je nach dem Gefälle) für die gleichmäfsige Talfahrt zu bedienen; als Haltbremse daneben und für den von der Gegendruckbremse nicht beherrschten Zugteil ist das Vorhandensein der durchgehenden Luftdruckbremse zu fordern.

2. Die Bemessung derjenigen Zuganteile, die von den Lokomotiven mit Gegendruckbremse zu übernehmen sind, geschieht zweckmäfsig unter der Voraussetzung, dafs Schieberkastendrücke von 6 at für die normale Talfahrt nicht überschritten werden. Dies gewährleistet eine mäfsige Inanspruchnahme der Reibung an den Treibrädern (kein Gleiten) und vermeidet hohe Stopfbuchstemperaturen. Auch verbleibt eine Reserve für Verzögerung durch Drucksteigerung. Die dabei zu beherrschenden Zuggewichte betragen auf dem stärksten deutschen Hauptbahngefälle 1 : 40 etwa das 2,7 fache des Reibungsgewichtes der Lokomotive; sollte dieser Anteil aus anderen Erwägungen schon zu erheblich erscheinen, so wäre der Schieberkastendruck entsprechend nachzulassen.

3. Der wirtschaftliche Erfolg der Gegendruckbremse beruht auf der Verminderung der Bremsprozente des Zuges nach der Bremstafel, d. h. es wird das Mitschleppen von Bremsballastwagen einschliefslich der Rangierarbeiten für ihre Einstellung unnötig. Solange die Kunze-Knorrbremse noch auf die Spitzengruppe beschränkt ist, entfallen auch die Personalkosten für dasjenige Bremserpersonal, das die ersparten Bremsprozente zu bedienen hätte. Die Ausgaben für Bremsklötze werden in jedem Falle entsprechend geringer.

4. Zur Erhöhung der Betriebssicherheit der Talfahrt gegen alle Gefahrfälle ist die Ausrüstung der Lokomotiven mit augenblicklich anzeigenden Geschwindigkeitsmessern und weit tönenden Pfeifen (Typhonen) zu fordern.

---

## Der Viadukt über die Orbe bei Vallorbe.

(Linie Lausanne-Vallorbe.)

Von **Ad. Bühler**, Brückeningenieur bei der Generaldirektion der Schweizer Bundesbahnen.

Zur Zeit wird der grofse Talübergang über die Orbe zwischen den Stationen Le Day und Vallorbe umgebaut. Der Umbauvorgang ist ein eigenartiger und dürfte bisher zum ersten Male angewendet worden sein.

Die alte in den Jahren 1867 bis 1869 erstellte Brücke bestand aus zwei gemauerten, mit Sparöffnungen versehenen Widerlagern und zwei hohen steinernen Pfeilern, die einen eisernen Überbau mit Stützweiten von 23,5 + 56,0 + 36,5 m trugen. Die gröfste Höhe über der Orbe beträgt 59 m. Entsprechend dem von Anfang an doppelspurig angelegten Unterbau dieser wichtigen Durchgangslinie wurde der Viadukt für zwei Gleise angelegt, einschliefslich dem eisernen Überbau. Letzterer wurde »zweispurig« angeordnet, das heifst für die Aufnahme der zwei Gleise wurden nur zwei Hauptträger im Abstande von 5 m vorgesehen. Auf der Strecke wie auf dem Viadukt wurde zunächst nur ein Gleis gelegt. Erst im Jahre 1905 erfolgte die Legung der Doppelspur auch zwischen Le Day und Vallorbe, so dafs, nach mannigfachen Änderungen und Verstärkungen am Überbau, der Viadukt von diesem Zeitpunkt an das in Abb. 1 ersichtliche Aussehen aufwies.

Mit der Elektrifikation der Linie Lausanne—Vallorbe galt es auch diesen Viadukt umzubauen, da er in verschiedener Hinsicht für den neuzeitlichen Verkehr nicht mehr als genügend tragfähig angesehen werden konnte. Nach eingehenden Untersuchungen wurde der Umbau in einen steinernen Viadukt vorgesehen, unter Benützung des gesamten Unterbaues der alten eisernen Brücke, und zwar erfolgt der Umbau ohne den eisernen Überbau zu verschieben. Der Abbruch des letzteren geschieht während der Erstellung des oberen Viaduktteils.

Die Durchführung der Bauarbeiten — die sich zur Zeit der Beendigung nähern — begann damit, dafs eines der beiden Gleise abgebrochen, sodann in die Brückenachse gelegt und schliefslich an das eine der durchgehenden Gleise angeschlossen wurde, worauf das zweite äufsere Gleis gleichfalls abgebrochen werden konnte. Durch den einspurigen Betrieb der Linie Le Day—Vallorbe war der eiserne Überbau so weit entlastet, dafs die seinerzeit zur Verstärkung angebrachten Hängewerke entfernt werden konnten. Hierauf wurden die drei grofsen Gewölbe von 30, 44 und 19 m Lichtweite zwischen die beiden Hauptpfeiler und Widerlager eingebaut und die Pfeiler der

Entlastungsgewölbe erstellt (Abb. 2). Nachdem diese genügend hoch aufgeführt waren, konnte der eiserne Überbau darauf abgestützt werden. Im Anschlufs hieran wurden zwischen den Hauptträgern des eisernen Überbaues die Pfeiler der Entlastungsgewölbe weiter aufgebaut bis in die Nähe der Längsträger (Abb. 3). Um die alte Eisenkonstruktion nun raschestens entfernen zu können und um Platz für den Baubetrieb zu gewinnen, wurden Hülfsträger (Zwillingsträger) eingebaut, die den Raum zwischen den Entlastungspfeilern überbrücken. Diese Träger

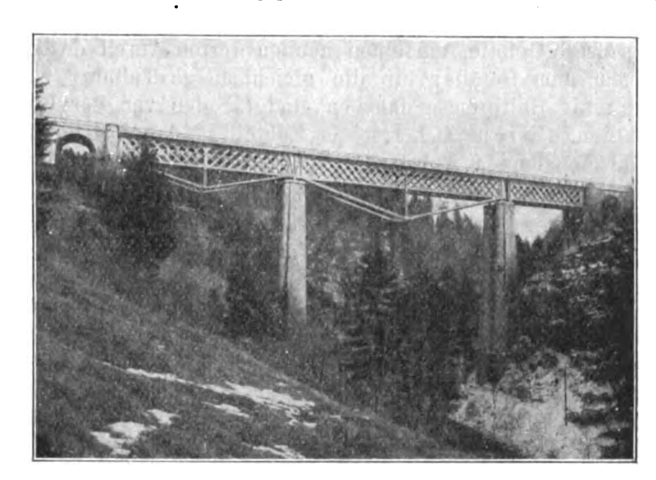


Abb. 1. Viadukt über die Orbe bei Vallorbe vor dem Umbau.

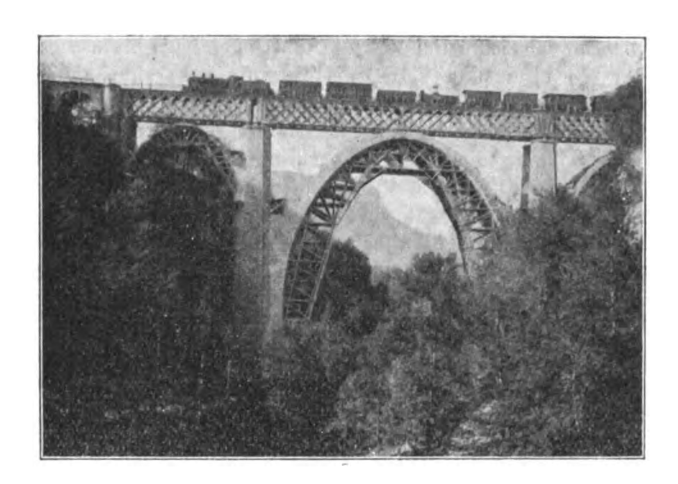


Abb. 2. Einbau der drei grofsen Gewölbe nach Entfernung des Hängewerks.

wurden in geeigneten Betriebspausen eingelegt, in Abschnitten von 10 bis 40 m Länge auf einmal, worauf sich der eiserne Überbau leicht abbrechen liefs, und zwar mit Hilfe eines auf den Obergurten laufenden Bockkranes. Nach Freilegung der Steinkonstruktion können nunmehr die Entlastungspfeiler im oberen Teile verbreitert und die Entlastungsgewölbe auf die ganze Breite betoniert werden (Abb. 4). Anschliefsend daran kann der Aufbau vollendet, sowie die Doppelspur in ursprünglicher Lage gelegt und an die Streckengleise wieder angeschlossen werden. Die gesamten Bauarbeiten sollen auf 1. Juni d. Js. beendigt sein.

Die Kosten des Brückenumbaues betragen mit Einschlufs aller Nebenarbeiten, der Verwaltungskosten und Verzinsung rund Fr. 1150000; diejenigen der Unterbauarbeiten rund Fr. 900000, worin die grofsen Lehrgerüste mit Fr. 100000 inbegriffen sind. Das Ausmafs des fertigen Viaduktes wird 19000 cbm betragen, wovon 10000 cbm neu und 9000 cbm alt (Fr. 260000 Buchwert) sind.

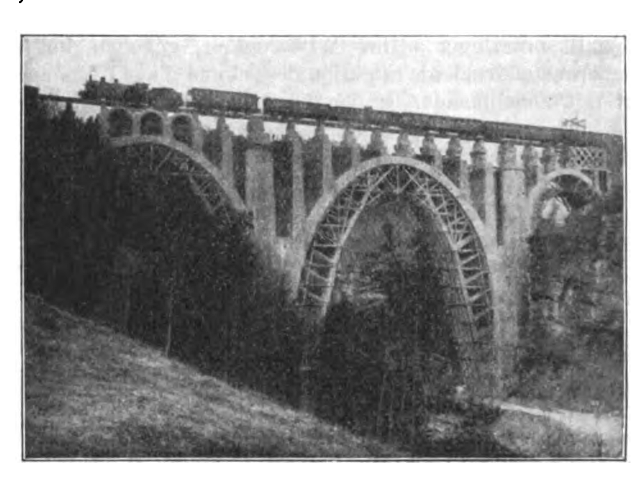


Abb. 3. Aufbau der Pfeiler der Entlastungsgewölbe.

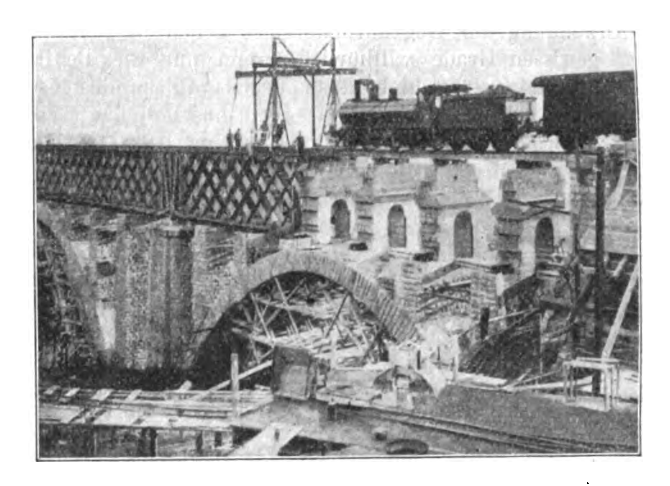


Abb. 4. Fertigstellung der Entlastungs-Pfeiler und -Gewölbe.

Schliefslich mag noch erwähnt werden, dafs im Benehmen mit den interessierten Gemeinden über den grofsen Gewölben ein öffentlicher Gehsteg erstellt wird, der durch die Sparöffnungen der Entlastungspfeiler führt. Die Ausführung der Arbeiten erfolgt durch die Unternehmung Bollini & Chiavazza in Baulmes, die ihrerseits die Erstellung der kühnen Lehrgerüste dem bekannten Gerüstbauer Coray übertragen hat.

Das gute Gelingen des Umbauvorganges hat dazu Veranlassung gegeben, beim Umbau des Grandfeyviaduktes, unseres gröfsten und höchsten Talüberganges, ein gleiches Vorgehen in Aussicht zu nehmen.

# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

## Werkstätten, Stoffwesen.

### Druckluft-Hebevorrichtung zum Auswechseln schadhafter Tragfedern an Güterwagen.

Der grofse Schadwagenbestand in Nürnberg Rbf. zu Beginn des Jahres 1924 erforderte dringend eine wirksame Entlastung der zuständigen Ausbesserungswerke. Die Behebung kleinerer Schäden an Güterwagen, wie Ersatz von Puffern und Pufferfedern, Zugstangenfedern, Bremsklötzen, Achsbüchsen, Kupplungen usw., wurde bereits ausgiebig gehandhabt. Nun wurde auch noch der Wechsel schadhafter Tragfedern übernommen, als ein eigenes Ausbesserungsgleis und ein genügender Tragfedervorrat beschafft waren.

Bisher mufsten alle Wagen mit gebrochenen oder verschobenen

Tragfedern zur Wiederinstandsetzung dem Betriebswerk Nürnberg Rbf. zugeführt werden. Dies verursachte umfangreiche Rangierarbeit und erheblichen Wagenstillstand von durchschnittlich zwölfstündiger Dauer. Mit Aufnahme des Tragfederwechsels auf dem Ausbesserungsgleis im Ausfahrbahnhof seit Mitte März 1924 ist der Wagenstillstand auf höchstens sechs Stunden herabgemindert. In den Monaten Januar bis März 1925 wurden insgesamt 672 Tragfedern an Reichsbahn- und fremden Güterwagen ausgewechselt, was einem monatlichen Durchschnitt von 224 Tragfedern entspricht.

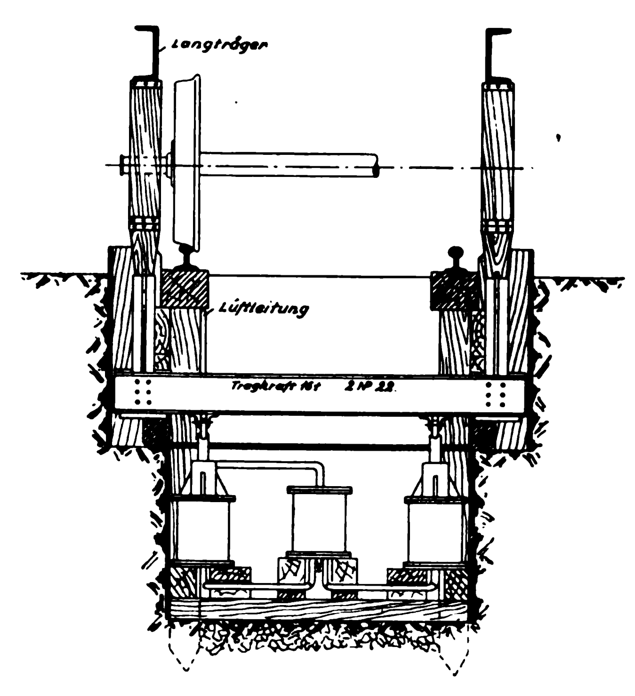



Abb. 1.

Das Auswechseln einer Tragfeder erfordert bekanntlich zuvor ihre Entlastung durch Anheben des Wagenkastens. Das gebräuchlichste Hebewerkzeug ist bei schweren Wagen die eiserne Winde mit einer Tragkraft bis zu 20 t. Der Transport einer solchen schweren Winde von einem Wagen zum andern, das Ansetzen am Wagenkasten und das Aufwinden schwerer Wagen erfordert eine erhebliche körperliche Anstrengung, die um so ermüdender wirkt, je öfter der Arbeitsvorgang sich wiederholt.

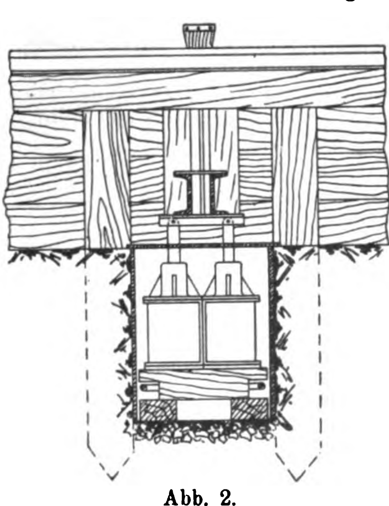


Abb. 2.

Zur Vermeidung dieser Nachteile wurde von dem technischen Eisenbahnoberinspektor Krönert eine ortsfeste maschinelle Hebevorrichtung ausgearbeitet, der sämtliche aufkommende Wagen mit schadhaften Tragfedern zugeführt werden. Die ausschliefslich aus Altmaterial hergestellte, mit Druckluft von 8 at aus der benachbarten Füllanlage für die Kunze Knorr-Güterzugbremse betriebene Hebevorrichtung wurde im Laufgraben des Ausbesserungsgleises eingebaut. Sie besteht in der Hauptsache (siehe Abb. 1 bis 3) aus vier Luftzylindern nebst Windkessel von zerlegten Fahrzeugen, einem Querträger und einem alten Führerbremsventil mit den zugehörigen Luftleitungen.

Der Vorteil dieser einfachen Druckluft-Hebevorrichtung gegenüber der bisherigen Windenarbeit liegt in der Schonung der körperlichen Kräfte der aus zwei Schlossern bestehenden Arbeitsmannschaft und in dem erzielten Zeitgewinn von 10 Minuten für jede zu wechselnde Tragfeder. Durch weitere zweckmäfsige Arbeitsorganisation insbesondere durch gröfstmögliche Verkürzung der Förderwege wurde der früher erforderliche Zeitaufwand von 60 bis 70 Minuten beim Tragfederwechsel eines beladenen Wagens mit Windenarbeit nunmehr auf 30 bis 40 Minuten herabgemindert. Während früher zum Heben mit den zwei Winden mindestens zehn Minuten erforderlich waren, ist jetzt das Hubgeschäft in einer Minute erledigt; die Hubhöhe läfst sich auch beim schwerst beladenen Wagen genau einstellen. Die Betriebskosten sind nicht nennenswert. Nicht allein zum Tragfederwechsel, sondern auch bei der Instandsetzung von Warmläufern ist die Hebevorrichtung zu verwenden. Überall da, wo Prefsluft zur Verfügung steht, dürfte der Einbau einer solchen Druckluft-Hebevorrichtung vorteilhaft sein.

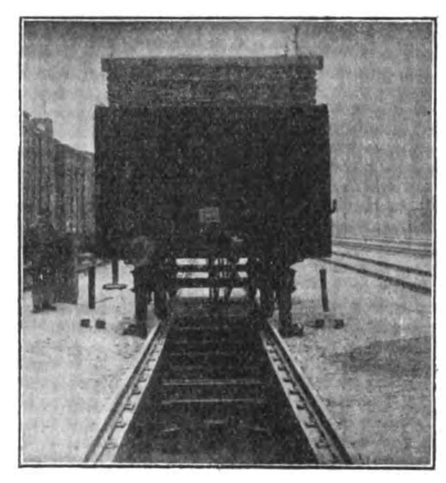


Abb. 3.

## Die Werkstoffnormen Stahl und Eisen

sind nach 5jähriger Beratung im Normenausschufs der deutschen Industrie in einer vorläufigen Ausgabe September 1924 erschienen. Eine für die erzeugende Industrie, die verbrauchende Technik und den Handel gleich bedeutsame Arbeit ist hierdurch zu einem gebrauchsfertigen Ergebnis gekommen. In 15 Normblättern sind die zur Zeit geltenden Anschauungen und Handelsgepflogenheiten über Sortenbezeichnung, Werkstoffprüfung, Anforderungen an geschmiedeten und gewalzten Stahl, Formeisen, Niet- und Schraubeneisen, Eisenbleche, Einsatz und Vergütungsstahl niedergelegt. Die Vorschriften für die Lieferung von Eisen und Stahl des Vereins deutscher Eisenhüttenleute und die Arbeiten des deutschen Verbands für die Materialprüfungen der Technik sind in den vorliegenden Heft Werkstoffnormen aufgegangen. Damit sind gleichzeitig zwei der bedeutsamsten Gruppen Mitarbeiter genannt. Eine dritte, aus den Gruppen der Grofsverbraucher, die deutsche Reichsbahn, war durch das Eisenbahnzentralamt vertreten und hat den Obmann gestellt. Der Reichsverkehrsminister, bzw. die jetzige Hauptverwaltung, hatte die Weisung ausgegeben, die technischen Lieferbedingungen der Reichsbahn tunlichst in Übereinstimmung mit den Industrienormen zu bringen. Das ist auch in weitestem Umfang gelungen. Bei den Normungsarbeiten ging man ohnehin von dem Grundsatz aus, solche Verhältnisse, die in weiten Verbraucherkreisen eingeführt sind, zu erfassen und Neuerungen erst dann anzufügen, wenn sie ihre Einlaufszeit in der Praxis mit Bewährung überstanden haben. Es hat sich gezeigt, dafs die im Eisenbahnwesen verwendeten Lieferungsgegenstände derart allgemeine technische Bedeutung haben und grofse Handelsmengen darstellen, dafs die Voraussetzung für ihre Normung ohne weiteres gegeben war. In ganz wenigen Fällen, in denen Eisensorten des Fahrzeugbaus eine begrenzte Verwendung besitzen, wie z. B. das Eisen der Kupplungsteile nach den alten Festigkeitsanforderungen $\sigma_B = 45 - 52$ kg/qmm ist es erforderlich, bei der Bestellung der fraglichen Güteklasse (hier St. 42. 11. Din 1611) ein besonderes Kennzeichen durch Angabe des Verwendungszwecks (für Zugstangen) hinzuzufügen. So ist der weitere Vorteil, welcher mit dem Normungsgedanken verbunden sein soll, erreicht, dafs die genormten Lieferungsgegenstände bei den Erzeugern und Händlern auf Lager gehalten werden und voraussichtlich wohlfeiler einzukaufen sind, als die nicht genormten.

Zu den einzelnen Din-Blättern ist hervorzuheben: Die verschiedenen Flufseisen- und Stahlsorten werden im Einklang mit der englischen Bezeichnungsweise (steel) schlechthin mit Stahl bezeichnet. Wo bisher die Bezeichnung Flufseisen (mit $\sigma_B < 50$ kg/qmm) üblich war, ist sie in Klammer gesetzt worden. Das Gleiche gilt sinngemäfs für Flufseisen- und Stahlgufs. Die Markenbezeichnung enthält im übrigen entweder einen Hinweis auf die Mindestfestigkeit

oder den mittleren Kohlenstoffgehalt der Sorte. Im Din-Blatt über Werkstoffprüfung sind sämtliche bei den Festigkeitsversuchen eingeführten Begriffe festgelegt und zusammengestellt, auch wird das Erforderliche über die Probeentnahme gesagt. In klassischer Kürze sind Richtlinien für die Prüfung und Eichung des benötigten maschinellen Geräts aufgenommen und die Abmessungen der Proben verzeichnet. Bemerkenswert ist das Erläuterungsblatt zu „Geschmiedeter Stahl" durch seine leichtverständlichen Angaben über die Abhängigkeit der mechanischen Gütewerte des Stahls von seiner Wärmebehandlung und durch die knappe Darstellung der Vorgänge beim Härten, Einsetzen und Vergüten, einschliefslich des sogenannten Normalisierens (einfaches Ausglühen behufs Kornverfeinerung). Der Eisenbahner wird gern bemerken, dafs die Markenspalte B in Din 1611, Geschmiedeter Stahl, einer so genügende Sortenzahl enthält, dafs der neue hochwertige Werkstoff für Kupplungsteile wie z. B. für Laschen und Zughaken, ihnen entnommen werden kann (St. 60.11).

Die Normblätter über Eisenbahnoberbau, Rohre, Stahlgufs und Gufseisen mufsten für die nächste Ausgabe zurückgestellt werden; obwohl sie in allen wesentlichen Punkten fertiggestellt sind, ist noch eine Nachprüfung einiger Verbraucherkreise erwünscht.

Die Din-Blätter stellen kein starres Gebilde dar, vielmehr ist grundsätzlich Gelegenheit für ihre Ergänzung nach dem jeweiligen Stande der Technik geboten und Raum dafür vorgesehen worden. Sie haben für alle Auftraggeber, Konstrukteure, Einkäufer, Betriebsleiter und für die Erzeuger der Werkstoffe die Bedeutung eines Katechismus. Es genügt hier nicht, den Wunsch nach ihrer allgemeinen Verbreitung auszusprechen, vielmehr ist den verantwortlichen Betriebsleitern und Wirtschaftsführern eine schärfere Mafsnahme ans Herz zu legen, z. B. die Abfertigungsstellen für Bestellungen zu ermächtigen, alle Ausgänge, welche Bestellungen ohne Bezug auf die Din enthalten, ihren Verfassern zur Nachprüfung oder Begründung zurückzugeben.

Ein äufserer Vorzug liegt in ihrem handlichen Taschenbuch-Format. Sie sind als Beuth-Heft 1., Ausgabe September 1924, zu beziehen durch Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin SW 19., oder Verlag Stahleisen, Düsseldorf, der Stückpreis beträgt 1 R-Mark, bei Abnahme von 10 Exemplaren und mehr je ℳ 0,75 — ausschliefslich Versandkosten. Fü.

**Verwendung von Generatorgas in Eisenbahnwerkstätten.**

Die Bestrebungen, die zahlreichen Feuerstellen gröfserer Werkstätten hinsichtlich der Brennstoffwirtschaft zu verbessern und auch die in den Brennstoffen enthaltenen wertvollen Nebenbestandteile, besonders die Teere, für weitere nutzbringende Verwendung zu sichern, haben dazu geführt, die Brennstoffe in zentralen Anlagen zu vergasen und die Verbrauchsstellen für Gasfeuerung einzurichten. Als Vorteile treten dabei besonders hervor: Leichte Überwachung des Kohlenverbrauchs, gleichmäfsiger Betrieb der Zentrale, Befreiung der Feuerungsarbeiter von körperlichen und gesundheitsnachteiligen Arbeiten durch mechanische Beschickungs- und Entschlackungsvorrichtungen.

Die Anlagekosten für einen gröfseren Betrieb sind allerdings beträchtlich; auch sind die technischen Voraussetzungen noch nicht in befriedigender Weise geschaffen. Aus diesem Grunde bestehen noch wenig Anlagen dieser Art.

Einen Versuch in grofsem Stil auf diesem Gebiet hat, wie in einem Aufsatz der Verkehrstechnischen Woche (Nr. 50 v. 15. Dez. 1924) unter Beigabe zahlreicher Abbildungen ausgeführt ist, die Reichsbahndirektion Elberfeld angestellt durch die Umgestaltung der Feuerungsanlagen verschiedener Ausbesserungs- und Betriebswerke. So besteht im Betriebswerk Altenhunden eine Vergasungsanlage, die zu den verschiedensten Zwecken benützt wird: für Sandtrockenöfen, Hausheizungskessel, Anheizen kalter Lokomotiven usw. Dem Eisenbahnausbesserungswerk in Schwerte ist es möglich, durch seine Vergasungsanlage mit Feinreinigung den gasförmigen Brennstoff mit etwa 1/3 der Gestehungskosten des Leuchtgases zu erzeugen und über die gewöhnliche Anwendung des Leuchtgases hinausgehend nicht nur Radreifenfeuer, sondern auch Giefs- und Schmelzofen mit Generatorgas zu betreiben.

Das EAW Arnsberg hat die Schmiede mit ihren zahlreichen Öfen auf die Generatorgasfeuerung umgestellt, wobei die Wärme der Abgase noch zur Vorwärmung der Heizluft und Heizgase auf 400 bis 500° C verwendet wird. Über das wirtschaftliche Ergebnis der Umstellung ist in dem Aufsatz leider nichts enthalten. Sämtliche Anlagen sind von der Firma Gafag in Frankfurt a. M. gemeinsam mit der RBD Elberfeld durchgebildet und zeigen neue Wege für die Ausbildung industrieller Feuerungsanlagen. Gl—r.

## Elektrische Bahnen; besondere Eisenbahnarten.

**Freileitungs-Mefsgeräte.**

Die Überkreuzung von Bahnlinien mit Starkstromfreileitungen hat in den letzten Jahren einen beträchtlichen Umfang angenommen, so dafs diesen Anlagen hinsichtlich ihrer vorschriftsmäfsigen Ausführung künftig auch ein besonderes Augenmerk zuzuwenden sein wird. Von Wichtigkeit ist hauptsächlich die Bestimmung des Durchhanges der Leitungen, da die in den Drähten auftretende Zugspannung vom Durchhang abhängig ist und diese Spannung ein gewisses Mafs nicht übersteigen darf. Im Elektrojournal 1925, Heft 2 ist auf Mefsgeräte hingewiesen, die in einfacher Weise die Geländemessung, die Bestimmung des Durchhanges, sowie der Masthöhen ermöglichen.

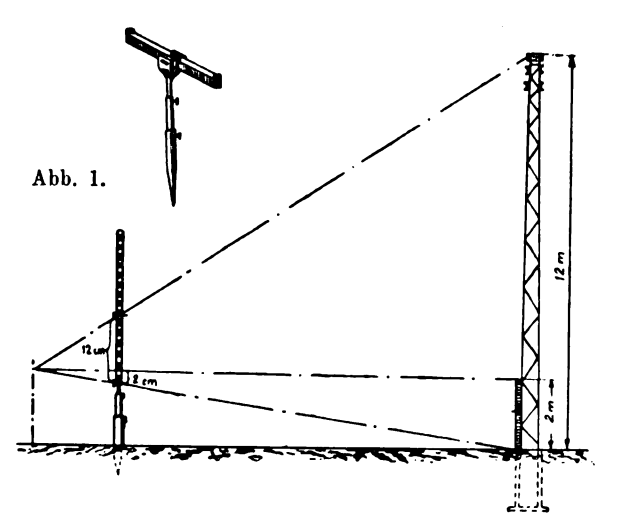


Abb. 2. Messung der Masthöhe.

Das zum Geländemessen verwendete Gerät besteht aus zwei leichten ineinanderschiebbaren Rohren, von denen eines mit einer Spitze zur Befestigung im Boden versehen ist. In das obere Rohr wird eine Gabel eingeschoben, an der eine Setzwage befestigt ist (siehe Abb. 1). Nach Einstellen der horizontalen Lage mittels der Libelle kann die Geländemessung ausgeführt werden.

Zur Vornahme einer Höhenmessung wird die Setzwage mit der Gabel abgenommen und hierfür eine mit Zentimeter- und Millimeterteilung versehene Mefsschiene eingesetzt, welche zwei schmale Schieber ähnlich wie bei einer Schieblehre enthält. Man stellt sich nun etwa 40 m von dem zu messenden Gegenstand, hier beispielsweise einem Leitungsmast, auf und markiert am Mast eine Höhe von 2 m (siehe Abb. 2). Der Augenpunkt wird nun so gewählt, dafs die Schenkel des Sehwinkels beim Anvisieren der 2 m in einem Abstand von 2 cm durch die Skala der Mefsschiene verlaufen. Alsdann drückt man den oberen Schieber der Mefsschiene so weit in die Höhe bis die durch dessen Unterkante gehende Sehlinie die Mastspitze bzw. den Aufhängepunkt der Leitung erreicht. Eine zweite Kontrollablesung genügt um einen etwaigen Fehler zu verbessern. Der Gesichtspunkt für das Anvisieren des Zweimetermafses und der Mastspitze mufs natürlich ein und derselbe sein. Sofern kleinere Unterschiede mit in Kauf genommen werden können, ist zwar das Anvisieren ohne besondere Hilfsmittel möglich, es dürfte sich jedoch empfehlen hierfür am Beobachtungsstandort das oben beschriebene Geländemefsgerät zu benützen um eine gröfsere Genauigkeit zu erhalten.

In ähnlicher Weise wird auch die Höhe des tiefsten Punktes der Leitung gemessen und schliefslich der Durchhang ermittelt.

Wie aus der Abbildung zu ersehen ist hat die angegebene Art der Messung den Vorteil, dafs auf der Mefsschiene die gesuchte Höhe des betreffenden Gegenstandes ohne besondere Umrechnung abgelesen werden kann. Es verhalten sich die am Mast bezeichneten 2 m zur gesuchten Gesamthöhe (12 m) wie auf der Skala der Mefsschiene 2 : 12 cm.

Je höher der zu messende Gegenstand ist, desto weiter hat man sich davon mit dem Mefsgerät aufzustellen. Schn.

**Explosion eines Ölschalters im Umformerwerk Berlin-Pankow.**
(Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen 1925 Nr. 5.)

Im Reichsbahn-Umformerwerk Pankow ereignete sich am 13. Januar 1925 dadurch ein schwerer Betriebsunfall, dafs im 30000 Volt Ölschalterraum ein druckfester Ölschalter explodierte. Dabei wurden auch drei Bedienstete schwer verbrannt und im Gebäude beträchtlicher Schaden angerichtet. Gleichzeitig wurden im städtischen Elektrizitätswerk Moabit, das durch 2 Kabel das Umformerwerk Pankow mit Drehstrom versorgt, beide Kabelölschalter durch Feuer zerstört.

Die Untersuchung des zerstörten Schalters ergab, dafs die Ölschalterkontakte sich allmählich so weit gelöst haben müssen, dafs nur noch die Kontakte des im Ölkessel liegenden Schutzwiderstandes in Eingriff waren. Bei der dabei aufgetretenen Dauerbelastung ist der Widerstand durchgebrannt und der starke Lichtbogen hat plötzlich so viel Gas entwickelt, dafs das verdrängte Öl das Gasabzugsrohr versperrte. Dadurch brachte der immer gröfser werdende Druck des eingeschlossenen Gases den Ölkessel zum Zerspringen. Die Zerstörung ist also erfolgt, ohne dafs ein schwerer Kurzschlufs oder ein Bedienungsfehler vorlag.

Der Unfall machte sich aufser der Störung des Probebetriebes auf der Strecke Berlin-Bernau noch dadurch bemerkbar, dafs grofse Teile von Berlin einige Zeit im Dunkeln lagen. Infolge dieser unangenehmen Begleiterscheinung wird künftig zu prüfen sein ob eine Verkuppelung der Stromversorgung für Bahnbetrieb mit Werken, die der allgemeinen Landesversorgung dienen, ratsam ist.

Schn.

# Bücherbesprechungen.

**Igel, Handbuch des Dampflokomotivbaues*).** Mit 550 Textabbildungen und 10 Tafeln. Verlag von Krayn, Berlin.

Abermals ein neues Buch über Lokomotivbau neben den früher erschienenen Werken von Lotter, Stürzer und Bauer, Garbe und dem inhaltreichen Band I der Eisenbahntechnik der Gegenwart, zu dem vor nicht langer Zeit, ein ganz vortrefflich durchgeführter Ergänzungsband von Brückmann hinzugekommen ist. Der Lokomotivingenieur hat also eine verhältnismäfsig reiche Auswahl.

Nach einem kurzen geschichtlichen Überblick, dem sich bemerkenswerte, statistische Angaben über die deutschen Bahnen, über in- und ausländische Lokomotivbauanstalten usw. anschliefsen, wird auf 71 Seiten die Ermittlung der Bewegungswiderstände, der Zugkräfte und der Hauptabmessungen der Lokomotiven gegeben. Ihr folgt eine Besprechung und Berechnung der baulichen Einzelheiten: Kessel, Laufwerk, Triebwerk nebst Schmiervorrichtungen. Diesem Hauptteil des Buches sind 319 Seiten gewidmet. Den Beschlufs macht eine ungewöhnlich reichhaltige, nicht weniger als 178 Seiten umfassende Zusammenstellung von 102 ausgeführten Reibungslokomotiven, und zwar von 31 deutschen und 71 ausländischen, sowie von 13 Tendern. Neun Tafeln mit den Hauptabmessungen einer grofsen Zahl neuzeitlicher Lokomotiven der verschiedensten Länder ergänzen diese reich illustrierte Zusammenstellung, während eine zehnte Tafel eine Übersicht der gebräuchlichsten Widerstandsformeln gibt.

Das handliche, 601 Seiten zählende Buch ist mit grofsem Fleifse geschrieben, bringt eine Fülle des Wissenswerten, auch alle bis 1922 im Lokomotivbau eingeführten Verbesserungen und Neuerungen. Der geübte Lokomotivingenieur kann es mit Nutzen bei seinen Entwurfsarbeiten verwenden; namentlich werden ihm die vorerwähnten Zahlentafeln, sowie die bilder- und zahlenreiche Zusammenstellung ausgeführter Lokomotiven willkommen sein. Für die angehenden und die jungen Lokomotivingenieure, für die das Buch laut Vorrede auch bestimmt sein soll, müssen jedoch noch die vorhandenen Unstimmigkeiten ausgemerzt werden, damit sie in dem Buche einen zuverlässigen Ratgeber finden. Auf einige dieser Ungenauigkeiten sei hier kurz hingewiesen.

1. Geschichtlicher Teil. Die erste Zahnradlokomotive ist nicht von Blankinshop (S. 1 und 2) erfunden, sondern von Blenkinsop und von Murray ausgeführt. Bei dieser Lokomotive, die mit ihren beiden, um 90° versetzten Kurbeln zugleich die erste Zwillingsdampfmaschine der Welt darstellt, waren die zwei Dampfzylinder in den Kessel gehängt. Dieses war aber nicht der Fall bei der auf Seite 1 erwähnten Hedleyschen Lokomotive vom Jahre 1813, deren Zylinder beiderseits des Kessels angebracht und von je einem Blechmantel umgeben waren, der seinerseits an den Kessel genietet war und durch Schlitze mit dem Kesselwasser in Verbindung stand zwecks Warmhaltung der Zylinder. Der Verfasser lehnt sich hier offenbar an den Wortlaut des Organs 1896, S. 29 an, aber diese Quelle ist leider in diesem Punkte auch abwegig. Ferner griff das Triebzahnrad der Blenkinsop-Lokomotive nicht „in eine neben der Schiene liegende Zahnstange ein“, sondern deren Zähne waren den damals bekanntlich noch gufseisernen Schienen angegossen, wie solches auch von Blenkinsop in seiner Patentschrift Nr. 3431 vom Jahre 1811 betont wird. Zahnstange und Fahrschiene waren also ein Ganzes. Eine besondere Zahnstange wurde erstmalig im Jahre 1847 bei der Madison—Indianopolis-Bahn angewendet. Sie lag hier inmitten des Gleises, wie dies seitdem bei allen späteren Zahnbahnen der Fall ist.

Die Kgl. Giefserei in Berlin hat 1816 nicht „eine“ Dampflokomotive nach Blenkinsops Muster hergestellt (S. 2), sondern zwei; die eine für Oberschlesien und die andere, gröfser als diese ausgeführt, für den Saarbezirk. Für die damalige Zeit waren dies zwei ganz hervorragende Leistungen jener Giefserei.

Auf der im Jahre 1825 eröffneten Stockton—Darlington-Bahn dienten die Lokomotiven, da sie nur mit etwa 4 engl. Meilen/Std. = 6,4 km/Std die Züge fahren konnten, nicht dem Personenverkehr, sondern lediglich dem Lasten-(Kohlen)-Verkehr. Dies gilt daher auch von der auf S. 2 genannten Lokomotive „Locomotion“. Die Personen wurden durch die damals schneller laufenden Pferde befördert. Eine Lokomotivfahrt auf dieser rund 32 km langen Bahn währte je nach dem Aufenthalt und der Rangierdauer auf den Zwischenstationen 11 bis 14 Stunden, mit dem Pferdegespann dagegen nur wenige Stunden.

Die erste öffentliche Dampfeisenbahn für Personen- und Güterverkehr ist also nicht diese Bahn, sondern die im Jahre 1830 dem Betrieb übergebene Linie Manchester—Liverpool.

Bei der von Borsig gebauten 1 A 1-Lokomotive fehlte nicht der Führerstand (S. 5), sondern, wie damals allgemein üblich, die Überdachung mit dem oberen Teil der Seitenwände. Torffeuerung für Lokomotiven ist in Westfalen (S. 6) niemals gebräuchlich gewesen, wohl aber in Oldenburg, Hannover und Bayern. Für die westfälischen Bahnlinien stellte sich schon damals die Steinkohle wirtschaftlicher als der wasserreiche, sperrige Torf, der aus Ostfriesland oder Oldenburg hätte bezogen werden müssen.

Mallet (S. 8) hat nicht „1867 brauchbare Verbundlokomotiven gebaut“, sondern solche erst neun Jahre später nach seinen Entwürfen bei Schneider-Creusot bauen lassen.

2. Abschnitt Lokomotivberechnungen. In der Erörterung des Krümmungswiderstandes heifst es auf S. 35: „Es kommt auf Achsstand und Art der Achsen an, d. h. ob feste oder Lenkachsen (z. B. Drehgestelle) vorhanden sind“. Bekanntlich unterscheidet der Eisenbahner a) steife Achsen, b) Lenkachsen, c) Drehgestelle. Drehgestelle sind nicht Lenkachsen, sondern Wagengestelle mit steifen Achsen und kleinem Radstande. Die v. Röcklsche Formel gilt für regelspurige Lokomotiven und Wagen mit steifen Achsen. Für Wagen mit Lenkachsen kann in guter Übereinstimmung mit der Wirklichkeit das 0,6 fache des Wertes der v. Röckl-Formel gesetzt werden und für Drehgestellwagen das 0,4 fache. Also ein grofser Unterschied im Krümmungswiderstande der steifen Achsen, Lenkachsen und Drehgestelle.

Die auf S. 41 unter a) gegebenen Zahlwerte für den Reibungswiderstand mehrfach gekuppelter Lokomotiven sind mit 3 bis 4 kg/t zu gering bemessen. Die über zwei Textseiten (S. 48—49) sich erstreckende Zahlentabelle der „Fahrwiderstände“ für neun verschiedene Steigungen soll sich nach Angabe des Verfassers auf ein Gesamtzuggewicht $G_{gz} = 1000$ t beziehen. Die Nachprüfung zeigt aber, dafs sie nur für einen 1000 t schweren Wagenzug Gültigkeit hat, der Fahrwiderstand der Lokomotive also unberücksichtigt geblieben ist. Auf S. 43 wird ausdrücklich mit $G_{gz}$ die Summe aus Wagen- und Lokomotivgewicht bezeichnet und zudem noch auf S. 44 betont, dafs die Zahlwerte dieser Tabelle „für ein Gesamtzuggewicht von 1000 t errechnet sind“ und zwar nach den daselbst abgedruckten „vereinfachten Widerstandsformeln“. Diese sind jedoch gröfstenteils die nur für Wagenzüge gültigen Formeln von Strahl. Benutzer dieser Tabelle können da leicht Irrtümern verfallen.

*) Die Besprechung des schon 1923 erschienenen Buches ging uns leider erst vor kurzem zu, wir glauben aber, dafs auch jetzt noch dafür bei unseren Lesern Interesse vorhanden ist.

Auch die auf S. 79 stehende Angabe: „Gewöhnlich soll bei Lokomotiven durch 1 qm Heizfläche 60 bis 65 kg Dampf erzeugt werden" ist in dieser allgemeinen Fassung nicht zutreffend. Diese Zahlenwerte sind bekanntlich nur auf P- und S-Lokomotiven anwendbar; für G-Lokomotiven liegt die Verdampfungsziffer bei etwa 40 bis 45 kg, also wesentlich niedriger.

3. Bauliche Einzelheiten. Den Angaben über Festigkeit der kupfernen und eisernen Stehbolzen liegen in Wirklichkeit qmm zugrunde, gedruckt sind jedoch qcm. — Bei Besprechung der Messing-Heizrohre hätte wohl erwähnt werden können, dafs solche reines Speisewasser verlangen, da sie sonst bei Kesselsteinansatz an Festigkeit einbüfsen und durch den Dampfdruck zusammengedrückt werden; ein Hauptgrund, weshalb die deutschen Bahnverwaltungen schon frühzeitig eiserne Heizrohre eingeführt haben. Die Serve-Rohre (S. 128) werden zu günstig besprochen. Bei uns haben sie, wie bekannt, versagt. Dieser Hinweis dürfte nicht fehlen, damit Unkundige vor ihrer Verwendung gewarnt werden.

Über die zulässige Dampfgeschwindigkeit v in den Zuleitungen heifst es auf S. 131: „Bei voller Fahrt v im Regler nicht gröfser als 60 bis 80 m/sek, wonach die Regler-Durchgangsfläche und der Rohrleitungsdurchmesser zu bestimmen sind"; dagegen auf S. 135: v in den Einströmrohren „höchstens 50 bis 70 m/sek."

Die Schornsteinskizzen in Abb. 82 und 83 sind unrichtig; in der ersteren ist die Rauchkammer gegen die Esse abgeschlossen, in der anderen läfst sich die untere Schornstein-Erweiterung so wie gezeichnet nicht einbauen. Auch das über die drehbaren Schornsteindeckel Gesagte trifft nicht zu. Sie dienen keineswegs „zur Beschränkung von Funkenauswurf und Rauchbelästigung im Tunnel (in Frankreich üblich)"; denn wo bleiben Abdampf und Rauchgase? Diese würden doch bei zugedecktem Schornstein durch die Türspalte dringen und das Lokomotivpersonal in Erstickungsgefahr bringen. Die Deckel sollen lediglich nach beendeter Fahrt verhindern, dafs der Kessel zu rasch abkühlt und die Heizrohre in der Rohrwand undicht werden (rinnen).

Die vom Verfasser (auf S. 140) wiedergegebenen Blasrohrformeln von Meyer sind auf neuzeitliche Lokomotiven kaum anwendbar, wie überhaupt der Abschnitt über Schornsteinabmessungen zu wünschen läfst. Die Behauptung: „Die konische Schornsteinform ist günstiger als die zylindrische" ist unzutreffend. Die zylindrische Esse ist bei richtig gewähltem Durchmesser und Blasrohrabstand ebenso wirksam wie der richtig bemessene Kegelschornstein und da jene den 1,5 fachen Querschnitt hat wie ein gleichwertiger Kegelschornstein der Neigung $^1/_6$ (Kegelerzeugende = $^1/_{12}$), so bietet sie beim Anheizen der andern Form gegenüber noch den Vorteil leichterer Rauchabführung. Die Kegelschornsteine der Heifsdampflokomotiven der ehemaligen preufsischen Staatsbahn sind z. T. so wenig in ihrem untern und obern Durchmesser verschieden, dafs sie fast zylindrischen Schornsteinen gleichen und ihre Feueranfachung ist eine gute.

Bei der Besprechung der Tragfedern ist die Angabe (S. 253) zu beanstanden, dafs „preufsisch normal 950 mm Länge ist". Dieses Mafs ist nur für G-Lokomotiven vorgeschrieben; die P- und S-Lokomotiven haben 1200 mm lange Federn, damit sie bei den heftigen Stöfsen in schneller Fahrt genügend sanft federn und das Personal geschont wird.

Im Abschnitt „Bremsen" (S. 312) hätte neben dem Engländer Galton auch Wichert genannt werden müssen, der zwei Jahre später als jener ebenfalls höchst verdienstvolle Versuche über die mit wachsender Fahrgeschwindigkeit stark abnehmende Reibungsziffer zwischen Rad und Bremsklotz auf den preufsischen Staatsbahnen angestellt und veröffentlicht hat.

Eines der wichtigsten Kapitel in einem Buche über Lokomotivbau bildet allemal das über die Umsteuerungen. Leider sind die Ausführungen des Verfassers darüber zu knapp bemessen worden. Ein geübter Konstrukteur bedarf dieser nicht, der junge Ingenieur oder Studierende findet zu wenig. Selbstverständlich kann sich der Verfasser überall nur auf das Wichtigste einstellen, wenn das „Handbuch" handlich bleiben soll. Unbeschadet aller Vorzüge des Buches hätten aber ruhig zwei bis drei Seiten in der überreichen Zusammenstellung fremder Lokomotiven fehlen können und wertvoller Raum für die Steuerungen wäre gewonnen gewesen. Jetzt fehlen in diesem Abschnitt u. a. die kritischen Abwägungen der verschiedenen Steuerungsarten gegeneinander, insonderheit das Hervorheben ihrer Vor- und Nachteile. Auch die Namen Trick bei der Allan-Steuerung, Walschaerts bei der Heusinger-Steuerung durften nicht fehlen; denn beide Männer haben selbständig die betreffende Steuerung erfunden, der Belgier sogar fünf Jahre früher als Heusinger. Die Bezeichnung Walschaerts-Heusinger-Steuerung ist um so gerechtfertigter, als seit langen Jahren die Schwinge und das Verbindungsstück zwischen Kreuzkopf und Voreilhebel nicht in der von Heusinger angegebenen Gestaltung ausgeführt werden, sondern in der zweckmäfsigeren Form von Walschaerts. Auch mit einigen baulichen Angaben, wie Gröfse der Voreilung, der Exzentrizität usw. würde dem jungen Lokomotivingenieur gedient sein; so aber mufs dieser zu anderen Quellen greifen, um sich über einfache Dinge Rat zu holen.

Es ist zu bedauern, dafs durch derartige Flüchtigkeiten und Unterlassungen der Wert einer an sich fleifsigen und mühevollen Arbeit, die so manchen wertvollen Beitrag (wie z. B. Verbesserung des Speisewassers, des Dampfes usw.) enthält, herabgedrückt wird. Hoffentlich macht sich schon bald eine zweite Auflage dieses Buches notwendig, in der der Verfasser die vorstehend genannten Unstimmigkeiten und andere nicht erwähnte Ungenauigkeiten ausmerzen, sowie etwas mehr Literaturangaben einfügen kann. Die Arbeit kann dann für die Studierenden des Eisenbahn-Maschinenwesens ein nützliches Nachschlagebuch und für die in der Praxis tätigen Lokomotivingenieure ein geschätzter Ratgeber sein. Troske.

# Zuschriften an die Schriftleitung.

## Versuche der Königlich Ungarischen Staatsbahnen mit dem neuen Elektrisierungssystem.

Die unter obigem Titel von Staatsbaurat Ingenieur L. v. Verebély im Doppelheft 9/10 des Jahrganges 1924 dieser Zeitschrift erschienene Arbeit könnte den Eindruck erwecken, als ob es sich hier um ein durchaus neues System der elektrischen Zugförderung handle. Demgegenüber möchten wir betonen, dafs das von den Ungarischen Staatsbahnen für ihre Probestrecke und ihre Probelokomotive angenommene System mit dem amerikanischen »split-phase«-System prinzipiell identisch ist. Nach letzterem hat die Westinghouse Elc. & Mfg. Co. in Pittsburgh bekanntlich schon in den Jahren 1912/13 die 1 B-B 1-Doppelmaschinen der Norfolk & Western-Bahn mit asynchronem Phasenumformer gebaut, 1917 folgte die 1 C-C 1-Lokomotive der Pensylvania-Bahn bereits mit synchronem Phasenumformer, 1922 wurde die neue Reihe der 1 B-B 1-Doppellokomotiven der Norfolk und Western-Bahn und 1923 die Dreifachlokomotiven gleicher Achsfolge der Virginia Ry. bei der Westinghouse Co. in Auftrag gegeben. Neu und zwar durchaus neu und aufserordentlich geistreich ist bei der ungarischen Lokomotive lediglich die besondere, auf K. v. Kandó zurückgehende Bauart des Phasenumformers und dessen den Bedürfnissen des Netzes und der Motoren gleich gut angepafste Spannungsregelung.

Was die Übertragung dieses Systemes, d. h. also des amerikanischen »split-phase«-Systems, auf europäische Verhältnisse, dessen Eignung für höhere Frequenzen und die dadurch erzielbare Eingliederung des elektrischen Bahnbetriebes in die allgemeine Energieversorgung anbelangt, so wurde auf diese dem Fachmann allerdings nicht sehr fernliegenden Zusammenhänge in einer öffentlichen Zeitschrift wohl erstmalig von uns in dem Aufsatz »Die Phasenumformerlokomotive und ihre Verwendungsmöglichkeit in Europa« aufmerksam gemacht (siehe »Elektrotechnik und Maschinenbau«, Wien 1919, S. 437), eine Arbeit, deren erste Konzeption in das erste Kriegsjahr fällt. Es kann uns mit einer gewissen Befriedigung erfüllen, dafs die von uns gegebenen Anregungen nicht unbeachtet geblieben sind.

Dr. K. Sachs. Dr. A. Couwenhoven.

Baden (Schweiz), den 15. April 1925.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.



# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

**Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen**

**Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

**80. Jahrgang** | **30. Juni 1925** | **Heft 12**

## Über die Ausführung von Diesellokomotiven.

Von Dr. Ing. **F. Achilles**, Magdeburg.

Vorbemerkung. In der vorliegenden Abhandlung soll versucht werden, dem Praktiker des Lokomotivbaues und des Eisenbahnbetriebs einige Anhaltspunkte zu geben, die es ihm ermöglichen, auf einfache Weise einen Überblick über die Leistungen von Diesellokomotiven, insbesondere im Verhältnis zu gleichwertigen Dampflokomotiven, zu gewinnen.

### I. Leistung und Betriebsverhältnisse der Dampflokomotive als Vergleichsgrundlage.

Maſsgebend für den Betrieb einer jeden Lokomotive ist die bei den verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten an den Treibrädern verfügbare Zugkraft. Sie hängt bei der Dampflokomotive ab von der Zylinder- und Kesselgröſse, wobei sie in ihren Grenzwerten durch das Reibungsgewicht bestimmt wird.

a) Zylinderzugkraft. Bei einer Dampflokomotive mit:
i mit einfacher Dehnung arbeitenden doppeltwirkenden Zylindern,
$d_{cm}$ Zylinderdurchmesser, $s_m$ Kolbenhub,
$D_m$ Treibraddurchmesser
ergibt sich für einen mittleren Druck $p_{m\ kg/qcm}$ in den Arbeitszylindern und einen Wirkungsgrad $\eta$ v. H. der Lokomotivmaschine folgende Arbeitsgleichung der Zugkraft $Z_{kg}$ am Treibradumfang:

$$Z \cdot \pi \cdot D = i \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot 2\, s \cdot p_m \cdot \eta.$$

Wird darin für $i \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot s \cdot \frac{1}{10}$ das Zylinderhubvolumen von C Litern eingeführt, so gilt für die Zylinderzugkraft:

$$1) \quad \frac{Z}{C} = \frac{20\, p_m \cdot \eta}{\pi \cdot D}.$$

b) Kesselleistung. Bei gegebenem Kesseldruck entspricht dem mittleren Zylinderdruck eine bestimmte Füllung der Dampfzylinder. Damit die mit dieser Füllung erreichbare Zugkraft bei einer verlangten Fahrgeschwindigkeit hergegeben wird, muſs eine entsprechende Abhängigkeit zwischen Kesselgröſse und dem Zylinderhubvolumen mit Bezug auf die Fahrgeschwindigkeit bestehen. Hierfür lassen sich, nach den früheren Darlegungen des Verfassers im Organ 1914, S. 273, ausgehend von der Rostfläche R als maſsgebend für die Kesselabmessungen, einfache Beziehungen herleiten, wenn man einführt:

die auf 1 *qm* Rost in der Stunde zur Naſsverdampfung verbrannte Kohlenmenge . . . . . . . mit $B_{kg}$
die dabei erreichte Verdampfung . . . . . . » $\delta$
den Rauminhalt von 1 *kg* Dampf beim Eintritt in die Zylinder . . . . . . . . . . . . » $v_{c\ cbm}$
die Füllung der Dampfzylinder . . . . . . » $\varepsilon$ %
die Fahrgeschwindigkeit . . . . . . . . » $V_{km/Std.}$
den Treibraddurchmesser . . . . . . . . » $D_m$
die Drehzahl der Treibräder in der Minute . . » n

Dann besteht zwischen der Kesselleistung und dem Zylinderdampfverbrauch die Beziehung:

$$R \cdot \frac{v_c \cdot B \cdot \delta}{3600} = \frac{1}{10000} \cdot 2 \cdot i \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot s \cdot \varepsilon \cdot \frac{n}{60}.$$

Wenn hierin für $\frac{1}{10} \cdot i \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot s$ das Hubvolumen von C Liter und $\frac{n}{60} = \frac{V}{3{,}6\, \pi \cdot D}$ eingeführt werden, ergibt sich das auf 1 *qm* Rost zulässige Hubvolumen:

$$\frac{C_l}{R} = \frac{\pi}{2} \cdot v_c \cdot B \cdot \delta \cdot \frac{D}{\varepsilon \cdot V}.$$

Unter Berücksichtigung wirklicher Betriebszustände, wie sie vom Verfasser in Glasers Annalen vom 1. Juni 1914 für Lokomotivkessel abgeleitet wurden, lassen sich bei stündlicher Verbrennung von 550 *kg* Kohle auf 1 *qm* Rost, wovon 500 *kg* für siebenfache Naſsverdampfung und 50 *kg* für Überhitzung auf Dampf mit $v_c = 0{,}25$ *cbm* Rauminhalt verbraucht werden, diese Erfahrungswerte einführen, um das auf 1 *qm* Rost zulässige Hubvolumen in folgende Abhängigkeit vom Treibraddurchmesser, von der Zylinderfüllung und der Fahrgeschwindigkeit zu bringen:

$$2) \quad \frac{C}{R} = 1370 \cdot \frac{D}{\varepsilon \cdot V}.$$

Wenn die Rostfläche mehr als 3 *qm* beträgt, ist mit einer Abnahme der auf 1 *qm* verbrannten Kohlenmenge zu rechnen, soweit keine besonderen Beschickungsvorrichtungen vorhanden sind. Will man diese Minderleistung berücksichtigen, so kann man annehmen, daſs für je 0,1 *qm* Rostfläche über 3 *qm* um 0,1 v. H. weniger Kohle je *qm* verbrannt wird. Man erhält dann die Gleichung 2) in der Form:

$$2a) \quad \frac{C}{R\left(1 - \frac{R-3}{10}\right)} = 1370 \cdot \frac{D}{\varepsilon \cdot V}.$$

c) Zylindergröſse bezogen auf das Reibungsgewicht. Zwischen Reibungsgewicht und Zylindergröſse wird die Abhängigkeit dadurch bestimmt, daſs die Zugkraft, die der bei gröſster Füllung erreichte mittlere Arbeitsdruck hergibt, die Reibungsgrenze erreicht. Während beim Anfahren durch Sandstreuen höhere Reibungswerte auftreten, wird für das Fahren an der Reibungsgrenze die Zugkraft zu $^1/_5$ des Reibungsgewichtes anzunehmen sein. Ferner pflegt man als mittleren Druck am Treibrad bei gröſster Füllung 60 v. H. der Kesselspannung zugrunde zu legen, wenn mit einem Wirkungsgrad der Lokomotivmaschine von 85 v. H. gerechnet wird und der mittlere Druck bei 70 % Füllung etwa 71 % der Kesselspannung beträgt.

Demnach würde sich ergeben:
bei 12 *kg/qcm* Kesselspannung der mittlere Druck $p_{max}$ zu 8,5 *kg/qcm*
» 14 » » » » » » » 10,0 »
» 16 » » » » » » » 11,3 »

Auf dieser Grundlage läſst sich nach Gleichung 1) die mit 1 *l* Hubvolumen zu leistende gröſste Dauerzugkraft ermitteln:

$$3) \quad \frac{Z_{max}}{C} = \frac{20 \cdot 0{,}6\, p_k}{\pi D} = \frac{3{,}8\, p_k}{D} \text{ allgemein und}$$

$$3a) \quad \frac{Z_{max}}{C} = \frac{46}{D} \text{ bei 12 } at \text{ Kesselspannung,}$$

$$3b) \quad \frac{Z_{max}}{C} = \frac{53}{D} \quad » \ 14 » \quad »$$

$$3c) \quad \frac{Z_{max}}{C} = \frac{61}{D} \quad » \ 16 » \quad »$$

Da das Reibungsgewicht $G_{rt} = \frac{5}{1000} \cdot Z_{max\ kg}$ einzusetzen ist, so kann man das für 1 *t* Reibungsgewicht vorzu-

sehende Hubvolumen $C_R$ in Litern bestimmen aus der Gleichung:

4) . . $C_R = \frac{C}{G_r} = \frac{200 \cdot \pi \cdot D}{20 \cdot p_{max} \cdot \eta} = 52{,}2 \cdot \frac{D}{p_k}$ bezogen auf die Kesselspannung, zu

4a) . . . . $\frac{C}{G_r} = 4{,}35$ D bei 12 *at* Kesselspannung,

4b) . . . . $\frac{C}{G_r} = 3{,}7$ D » 14 » »

4c) . . . . $\frac{C}{G_r} = 3{,}3$ D » 16 » »

d) Meistgebrauchte Zugkraft. Nach Obergethmann ist beim Berechnen von Lokomotiven davon auszugehen, dafs die meistgebrauchte Zugkraft mit wirtschaftlicher Füllung abgegeben wird. Personen- und Schnellzuglokomotiven lassen sich im Betrieb auch vorzugsweise mit wirtschaftlicher Füllung fahren. Güterzugmaschinen müssen aber häufiger mit gröfserer Füllung und niedrigerer Fahrgeschwindigkeit, als der wirtschaftlichen Füllung entspricht, im Dauerbetrieb gefahren werden. Sie erreichen die wirtschaftliche Füllung wie auch die Personenzugmaschinen etwa bei 80 v. H. ihrer Höchstgeschwindigkeit. Daher wird man für einen allgemeinen Vergleich als meistgebrauchte Zugkraft diejenige bezeichnen können, die bei 80 v. H. der höchsten Fahrgeschwindigkeit abgegeben wird. Bei ihrer Berechnung ist von dem der wirtschaftlichen Füllung entsprechenden mittleren Arbeitsdruck in den Zylindern auszugehen. Hierzu möge aus den Darlegungen von Metzeltin in den Hanomag-Nachrichten, Januar 1921, entnommen werden, dafs sich bei einer wirtschaftlichen Füllung von $\varepsilon = 0{,}24$ aus 12 *at* Kesselspannung der mittlere Druck $p_m$ zu etwa 3,9 *kg/qcm*, d. h. zu 0,325 $p_k$ ergibt. Man kann daher die meistgebrauchte Zugkraft, bezogen auf 1 *l* Hubvolumen, nach der Gleichung 1) berechnen zu:

5) . . . $\frac{Z_m}{C} = \frac{20 \cdot 0{,}31\, p_k \cdot 0{,}85}{\pi D} = 1{,}68\, \frac{p_k}{D}$ *kg* allgemein und

5a) . . . . $\frac{Z_m}{C} = \frac{20}{D}$ *kg* bei 12 at Kesselspannung,

5b) . . . . $\frac{Z_m}{C} = \frac{23{,}5}{D}$ » » 14 » »

5c) . . . . $\frac{Z_m}{C} = \frac{27}{D}$ » » 16 » »

e) Meistgebrauchte Fahrgeschwindigkeit. Als meistgebrauchte Fahrgeschwindigkeit soll nach den Darlegungen unter Id 0,8 der Höchstgeschwindigkeit gelten. Für diese Geschwindigkeit mufs der Kessel die wirtschaftliche Füllung für die meistgebrauchte Zugkraft hergeben. Man hat also zur Bestimmung der Kesselgröfse in die Gleichung 2) den Wert $\varepsilon = 0{,}24$ einzuführen und erhält so:

6) . . . . . . . $\frac{C_l}{R_{qm}} = \frac{1370\, D}{0{,}24 \cdot V} = 5^0/_{00}\, \frac{D_m}{V_{km/Std.}}$.

f) Kesselgröfse bezogen auf das Reibungsgewicht. Wenn man für das aus dem Reibungsgewicht nach Gleichung 4) berechnete Zylinderhubvolumen durch Vereinigung mit der Gleichung 6) die bei einer vorgeschriebenen meistgebrauchten Fahrgeschwindigkeit erforderliche Kesselgröfse ermittelt, so erhält man auch die Kesselgröfse bezogen auf das Reibungsgewicht nach:

7) . . . . . . . . . . $\frac{R_{qm}}{G_{rt}} = \frac{V_{km/Std.}}{109\, p_k}$ oder

8) . . . . . . . . $V_{km/Std.} = \frac{R_{qm} \cdot 109\, p_k}{G_{rt}}$ bzw.

für Rostflächen über 3 *qm*:

8a) . . . . . $V_{km/Std.} = \frac{R_{qm}\left(1 - \frac{R-3}{10}\right) \cdot 109\, p_k}{G_{rt}}$.

g) Fahrgeschwindigkeit an der Reibungsgrenze. Während durch Gleichung 8) die Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit $V_{km/Std.}$ bei wirtschaftlicher Füllung (meistgebrauchte Fahrgeschwindigkeit) von dem Reibungsgewicht und von der Kesselgröfse angegeben wird, kann mit hinreichender Genauigkeit die Fahrgeschwindigkeit $V_R$, bis zu der die Zugkraft an der Reibungsgrenze abgegeben werden kann, aus dem umgekehrten Verhältnis der gröfsten Füllung $\varepsilon = 0{,}7$ zur wirtschaftlichen Füllung $\varepsilon = 0{,}24$ zu:

$$V_R = \frac{0{,}24}{0{,}70}\, V = 0{,}34\, V \text{ bestimmt werden.}$$

Es gilt also die Beziehung:

9) . . . . . . . . $V_{R\, km/Std.} = \frac{R_{qm} \cdot 37 \cdot p_k}{G_{rt}}$ oder

9a) . $V_{R\, km/Std.} = \frac{R_{qm}\left(1 - \frac{R-3}{10}\right) \cdot 37\, p_k}{G_r}$.

h) Normalleistung der Dampflokomotive. Die von der Dampflokomotive auf 1 *t* Reibungsgewicht abgegebene Zugkraft bei wirtschaftlicher Füllung (meistgebrauchte Zugkraft) ergibt sich aus der Zugkraft an der Reibungsgrenze von 200 *kg* je Tonne Reibungsgewicht im Verhältnis des mittleren Druckes $p_m = 3{,}7$ *kg/qcm* bei wirtschaftlicher Füllung zu demjenigen bei gröfster Füllung $p_{max} = 8{,}5$ *kg/qcm* für 12 *at* Kesselspannung mit

10) . . . . . . . $\frac{Z_m}{G_r} = \frac{3{,}7}{8{,}5} \cdot 200 = 87$ *kg*.

Dieser Wert kann für alle Kesselspannungen als gültig angesehen werden, weil das Verhältnis $p_m : p_{max} = 1 : 2{,}3$ im allgemeinen gleich bleiben wird.

Mit dieser meistgebrauchten Zugkraft, bezogen auf das Reibungsgewicht $Z_m = 87 \cdot G_r$ und der meistgebrauchten Fahrgeschwindigkeit $V_{km/Std} = 109\, p_k \cdot \frac{R}{G_r}$ erreicht die Lokomotive eine Leistung:

11) . . . $N = \frac{87\, G_r \cdot 109\, p_k \cdot R}{270\, G_r} = 35\, R_{qm} \cdot p_k$ bzw.

11a) . . . . . . $N = 35\, R_{qm}\left(1 - \frac{R-3}{10}\right) \cdot p_k$,

die als Normalleistung zum Vergleich dienen kann.

i) Leistungsgrenze bei kleinster Füllung. Im Betriebe kann mit einer kleinsten Füllung von etwa $\varepsilon = 0{,}2$ und mit dem entsprechenden mittleren Druck $p_{min} = 3{,}2$ *kg/qcm* gerechnet werden. Demnach beträgt die kleinste Zugkraft: $Z_{min} = \frac{3{,}2}{3{,}7}\, Z_m = 0{,}865\, Z_m$, bzw. $\frac{Z_{min}}{G_r} = 75$ *kg*, die bei der gröfsten Fahrgeschwindigkeit $V_{max} = 1{,}25$ V (meistgebrauchte Fahrgeschwindigkeit) abgegeben wird.

k) Leistungsgebiet der Dampflokomotive. Zwischen der Zugkraft an der Reibungsgrenze und der Zugkraft bei kleinster Füllung liegt das Leistungsgebiet der Dampflokomotive, dessen Grenzen durch den gröfsten und kleinsten mittleren Druck im Verhältnis: 3,2 : 8,5 = 1 : 2,65 bestimmt werden.

l) Zusammenfassung. Mit Hilfe der Gleichungen:

4) Hubvolumen bezogen auf das Reibungsgewicht: $\frac{C_l}{G_r} = 52{,}2 \cdot \frac{D}{p_k}$,

7) Kesselgröfse » » » » $\frac{R_{qm}}{G_r} = \frac{V_{km/Std.}}{109\, p_k}$,

10) Meistgebrauchte Zugkraft bezogen auf das Reibungsgewicht . . . . . . . . $\frac{Z_m}{G_r} = 87$ *kg*,

lassen sich für jede Dampflokomotive ein ihren Hauptabmessungen eigentümliches Reibungsgewicht, eine entsprechende meistgebrauchte Fahrgeschwindigkeit und eine Normalleistung er-

mitteln, die für eine auf 1 *t* Reibungsgewicht abzugebende Zugkraft von 200 *kg* an der Reibungsgrenze und von 87 *kg* bei günstigster Fahrgeschwindigkeit als Vergleichsgrundlage der verschiedenen Typen von Dampflokomotiven untereinander und mit andersartigen Lokomotiven dienen können, um allein ausgehend vom Reibungsgewicht gleichwertige Lokomotiven gegenüber zu stellen, in ihren Betriebsverhältnissen zu beurteilen oder in ihren Hauptabmessungen festzulegen.

Nach diesem Vergleichsverfahren sind in Zusammenstellung I einige wichtige Dampflokomotiven einander gegenüber gestellt, während in Abb. 1 (S. 254) ein Überblick über die Betriebsverhältnisse derartiger Lokomotiven bei den verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten gegeben ist.

## II. Leistung und Betriebsverhältnisse bei Diesellokomotiven mit unveränderlicher Kraftübertragung.

Durch Einbau einer Dieselmaschine in das Fahrgestell einer Lokomotive lassen sich grundsätzlich die gleichen Betriebsverhältnisse schaffen, wie bei der Dampflokomotive, wenn die Zylindergröfse der Dieselmaschine entsprechend bemessen wird. Allerdings stehen einer Ausführung mancherlei Schwierigkeiten entgegen, die aber zunächst aufser Acht gelassen werden sollen.

a) Zylinderzugkraft. Bei einer Diesellokomotive mit unveränderlicher unmittelbarer Kraftübertragung von der Dieselmaschine auf die Treibräder ergeben:

i Arbeitszylinder mit
$d_{cm}$ Durchmesser und $s_m$ Hub,
$D_m$ Treibraddurchmesser,
$p_{m\ kg/qcm}$ mittlerer Arbeitsdruck,
der Wirkungsgrad $\eta$ in der Kraftübertragung,
am Treibradumfang eine verfügbare Zugkraft:

$$Z = \frac{\frac{i \cdot \pi d^2}{4} \cdot \frac{s}{2} \cdot p_m \cdot \eta}{\pi \cdot D}$$ für die einfachwirkende Viertaktmaschine,

$$Z = \frac{\frac{i \cdot \pi d^2}{4} \cdot s \cdot p_m \cdot \eta}{\pi \cdot D}$$ für die einfachwirkende Zweitaktmaschine.

Bezogen auf das Hubvolumen von C Litern gilt demnach

12a) . . $\frac{Z}{C} = \frac{5}{\pi . D} \cdot \eta \cdot p_m$ für die einfachwirkende Viertaktmaschine,

12b) . . $\frac{Z}{C} = \frac{10}{\pi . D} \cdot \eta \cdot p_m$ für die einfachwirkende Zweitaktmaschine.

Wird eine schnellaufende Dieselmaschine eingebaut, die eine feste Vorgelegeübersetzung mit dem Übersetzungsverhältnis »w« erforderlich macht, dann gilt für die Zugkraft, bezogen auf das Hubvolumen von C Litern:

13a) . . $\frac{Z}{C} = \frac{5}{\pi . D} \cdot \eta \cdot p_m \cdot w$ für die Viertaktmaschine,

13b) . . $\frac{Z}{C} = \frac{10}{\pi . D} \cdot \eta \cdot p_m \cdot w$ für die Zweitaktmaschine.

b) Mittlerer Arbeitsdruck bei Dieselmaschinen. Nach Löffler-Riedler ist bei Dieselmaschinen im Dauerbetrieb ein mittlerer Druck von 4 bis 8 *kg/qcm* zu erreichen.

Die Annahme hochwertiger Dieselmaschinen für den Lokomotivbetrieb wird es rechtfertigen, als Wert für den mittleren Arbeitsdruck bei Dauerleistung $p_i = 7{,}5$ *kg/qcm* in die weitere Betrachtung einzuführen.

Derartige Dieselmaschinen vertragen eine Füllungserhöhung, die einen um etwa 20 v. H. höheren mittleren Arbeitsdruck, d. h. also $p_{max} = 9$ *kg/qcm* als oberen Grenzwert anzunehmen gestattet.

c) Wirkungsgrade. Als Wirkungsgrad der Dieselmaschinen zur Berechnung der Nutzleistung wird bei Löffler-Riedler der Wert 0,65 bis 0,85 angegeben. Ausgehend hiervon sei als Wirkungsgrad für Diesellokomotiven mit unmittelbarem Antrieb der Treibräder

$\eta = 0{,}75$ bei Viertaktmaschinen und
$\eta = 0{,}7$ bei Zweitaktmaschinen angenommen.

Ist in die Übertragung ein Vorgelege eingeschaltet, so ist mit einer Abnahme des Wirkungsgrades zu rechnen auf

$\eta = 0{,}65$ bei Viertaktmaschinen und
$\eta = 0{,}6$ bei Zweitaktmaschinen.

d) Meistgebrauchte Zugkraft. Man wird geneigt sein, nach dem Vorbilde der Dampflokomotive das Hubvolumen der Arbeitszylinder auch bei der Diesellokomotive so zu berechnen, dafs die meistgebrauchte Zugkraft mit dem mittleren Arbeitsdruck bei Dauerleistung $p_i = 7{,}5$ *kg/qcm* geleistet wird. Dies ist aber bei Diesellokomotiven mit unveränderlicher Kraftübertragung nicht richtig, weil die mögliche Steigerung des mittleren Arbeitsdruckes auf seinen Höchstwert zu gering ist, um den im Betriebe erforderlichen und von der Dampflokomotive erreichbaren Zugkraftüberschufs für das Anfahren und für Steigungen zur Verfügung zu haben. Man mufs vielmehr, um die Betriebsverhältnisse von Dampflokomotiven zu erreichen, als mittleren Druck für die meistgebrauchte Zugkraft einen Wert zugrunde legen, der sich zu dem in der Dieselmaschine erreichbaren Höchstdruck von $p_{max} = 9$ *kg/qcm* verhält, wie der mittlere Arbeitsdruck der Dampflokomotive bei wirtschaftlicher Füllung $p_m = 3{,}7$ *kg/qcm* zum Höchstdruck bei gröfster Füllung $p_{max} = 8{,}5$ *kg/qcm*. Es wäre demnach als mittlerer Druck für die meistgebrauchte Zugkraft bei Diesellokomotiven mit unveränderlicher Übertragung einzusetzen:

$$p_m = \frac{3{,}7}{8{,}5} \cdot 9 = 3{,}9 \text{ kg/qcm}.$$

Auf dieser Grundlage gelten zwischen der den Verhältnissen der Dampflokomotive entsprechenden meistgebrauchten Zugkraft und dem Hubvolumen der Diesellokomotive mit unveränderlicher Übertragung die Beziehungen:

14a) . . . . . $\frac{Z_m}{C} = \frac{5}{\pi . D} \cdot 3{,}9 \cdot 0{,}75 = \frac{4{,}7}{D}$ *kg* bei einfachwirkendem Viertakt,

14b) . . . . . $\frac{Z_m}{C} = \frac{10}{\pi . D} \cdot 3{,}9 \cdot 0{,}7 = \frac{8{,}75}{D}$ *kg* bei einfachwirkendem Zweitakt,

14c) . . $\frac{Z_m}{C} = \frac{5}{\pi . D} \cdot 3{,}9 \cdot 0{,}65 \cdot w = 4{,}05 \frac{w}{D}$ *kg* bei einfachwirkendem Viertakt mit Vorgelegeübersetzung »w«,

14d) . . . $\frac{Z_m}{C} = \frac{10}{\pi . D} \cdot 3{,}9 \cdot 0{,}6 \cdot w = 7{,}4 \frac{w}{D}$ *kg* bei einfachwirkendem Zweitakt mit Vorgelegeübersetzung »w«.

e) Reibungsgewicht und Zylindergröfse. Mafsgebend für das Reibungsgewicht ist die gröfste Zylinderzugkraft. Diese ergibt sich aus dem gröfsten mittleren Druck und demzufolge läfst sich unter Annahme einer Reibungsziffer von $^1/_5$, d. h. für das Reibungsgewicht $G_r = \frac{5}{1000} \cdot Z_{max}$ das auf 1 *t* Reibungsgewicht bei Diesellokomotiven mit unveränderlicher Übertragung erforderliche Hubvolumen, wie folgt bestimmen:

15a) . . $\frac{Z_{max}}{C} = \frac{5}{\pi . D} \cdot 9 \cdot 0{,}75 = \frac{10{,}7}{D}$ oder

$\frac{C_l}{G_{r\,t}} = \frac{200}{10{,}7} \cdot D = \mathbf{18{,}7\ D}$ bei einfachwirkendem Viertakt,

15b) . . $\frac{Z_{max}}{C} = \frac{10}{\pi . D} \cdot 9 \cdot 0{,}7 = \frac{19{,}6}{D}$ oder

$\frac{C_l}{G_{r\,t}} = \frac{200}{19{,}6} \cdot D = \mathbf{10{,}2\ D}$ bei einfachwirkendem Zweitakt und mit der Vorgelegeübersetzung »w«.

## Zusammenstellung I.

| Bezeichnung der Lokomotive | Hauptabmessungen: Zylinderabmessungen mm | Kesseldruck $p_k$ kg/qcm | Treibraddurchmesser D mm | Rostfläche R qm | Reibungsgewicht $Q_r$ t | Dienstgewicht $Q_D$ t | Werte der Vergleichsgrundlage: Hubvolumen C l | Reibungsgewicht $G_r = \frac{p_k \cdot C}{52,2 \cdot D}$ | Meistgebrauchte Fahrgeschwindigkeit $V_{km/Std.}$ | Meistgebrauchte Zugkraft $Z_m$ kg | Reibungszugkraft $Z_R$ kg | Fahrgeschwindigkeit an der Reibungsgrenze $V_R$ | Normalleistung N | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Preufsische Staatsbahn 2 B-h 2 S 6 | 550/630 | 12 | 2100 | 2,3 | 32 | 54 | 298 | 32,8 | 92 | 2850 | 6560 | 31,5 | 970 | $\frac{C}{Q_r} = \frac{C}{G_r}$ |
| Sao-Paulo-Bahn 2 B-n 2 gebaut von Borsig | 560/640 | 12 | 1676 | 3,1 | 38,4 | 64,6 | 315 | 43 | 93 | 3740 | 8600 | 32 | 1280 | $\frac{C}{Q_r}$ zu grofs |
| Preufsische Staatsbahn 2 C-h 2 P 8 | 575/630 | 12 | 1750 | 2,62 | 51,9 | 74,4 | 330 | 43,5 | 78 | 3800 | 8700 | 26,5 | 1100 | $\frac{C}{Q_r} < \frac{C}{G_r}$ |
| Deutsche Reichsbahn 2 C-h 3 S 10 | 3 × 500/630 | 14 | 1980 | 2,82 | 51,4 | 80 | 390 | 52,7 | 84 | 4580 | 10540 | 28,5 | 1380 | $\frac{C}{Q_r} \cong \frac{C}{G_r}$ |
| Deutsche Reichsbahn 2 D-h 3 P 10 | 3 × 520/660 | 14 | 1750 | 4,0 | 68 | 98 | 420 | 64 | 85 | 5580 | 12800 | 29 | 1760 | $\frac{C}{Q_r} \cong \frac{C}{G_r}$ |
| Southern Railway 1 C-3 | 3 × 406/711 | 13,4 | 1676 | 2,3 | — | 80 | 278 | 41,6 | 80,5 | 3630 | 8320 | 27,4 | 1080 | |
| Tschechoslowakische Bahn 1 C 1-2 Erste böhm. Maschfb., Prag | 570/680 | 13 | 1780 | 4,0 | — | 73,9 | 350 | 48,6 | 105 | 4240 | 9720 | 36 | 1650 | |
| Preufsische Staatsbahn D-h 2 G 8 | 600/660 | 12 | 1350 | 2,3 | 56 | 56 | 375 | 63,5 | 47,5 | 5500 | 12600 | 16,2 | 970 | $\frac{C}{Q_r} > \frac{C}{G_r}$ |
| Preufsische Staatsbahn 1 D 1-h 2 T T 14[1], Gt. 46.17 | 600/660 | 12 | 1350 | 2,5 | 70,5 | 103 | 375 | 63,5 | 51,5 | 5500 | 12600 | 17,5 | 1050 | $\frac{C}{Q_r} < \frac{C}{G_r}$ |
| Spanische Staatsbahn 2 D-3 gebaut Jorkshire Engine Co | 3 × 520/660 | 13 | 1560 | 4,65 | 62 | 88 | 420 | 66,8 | 82 | 5800 | 13360 | 28 | 1760 | $\frac{C}{Q_r} \cong \frac{C}{G_r}$ |
| Chicago Rock-Island 2 D 1-2 | 711/711 | 13 | 1753 | 5,8 | 102 | 152 | 570 | 80,5 | 72 | 7000 | 16100 | 24,5 | 1900 | $\frac{C}{Q_r} < \frac{C}{G_r}$ |
| Deutsche Reichsbahn E-h 2 T 16, Gt. 55.17 | 610/660 | 12 | 1350 | 2,25 | 84 | 84 | 385 | 65 | 45,5 | 5650 | 13000 | 15,5 | 950 | $\frac{C}{Q_r} < \frac{C}{G_r}$ |
| Deutsche Reichsbahn 1 E 1-h 2 T 20, Gt. 57.18 | 700/660 | 14 | 1400 | 4,37 | 95,2 | 127 | 510 | 97,5 | 58 | 8500 | 19500 | 20 | 1830 | $\frac{C}{Q_r} \cong \frac{C}{G_r}$ |
| Russische Bahnen E-h 2 Einheitslokomotive | 650/700 | 12 | 1320 | 4,46 | 80,5 | 80,5 | 465 | 80 | 64 | 6900 | 16000 | 22 | 1650 | $\frac{C}{Q_r} = \frac{C}{G_r}$ |
| Deutsche Reichsbahn 1 E-h 3 G 12 | 3 × 570/660 | 14 | 1400 | 3,9 | 80 | 93 | 500 | 95,5 | 58 | 8300 | 19100 | 19,5 | 1800 | $\frac{C}{Q_r} > \frac{C}{G_r}$ |
| Baltimore Ohio 1 E 1-2 | 762/813 | 14 | 1473 | 8,2 | 153 | 184 | 750 | 136 | 43 | 12000 | 27200 | 14,5 | 1900 | $\frac{C}{Q_r} < \frac{C}{G_r}$ |
| Italienische Bahnen Typ 746 1 E-2 | 670/650 | 12 | 1370 | 4,3 | 75 | 90 | 460 | 76 | 64 | 6600 | 15200 | 22 | 1570 | $\frac{C}{Q_r} = \frac{C}{G_r}$ |

15c) . . $\frac{Z_{max}}{C} = \frac{5}{\pi . D} . 9 . 0,65\, w = \frac{9,3}{D}\, w$ oder

$\frac{C_l}{G_{rt}} = \frac{200}{9,3} . \frac{D}{w} = \mathbf{21,5} . \frac{\mathbf{D}}{\mathbf{w}}$ bei einfachwirkendem Viertakt,

15d) . . $\frac{Z_{max}}{C} = \frac{10}{\pi . D} . 9 . 0,6 . w = 17,2 \frac{w}{D}$ oder

$\frac{C_l}{G_{rt}} = \frac{200}{17,2} . \frac{D}{w} = \mathbf{11,6} \frac{\mathbf{D}}{\mathbf{w}}$ bei einfachwirkendem Zweitakt.

f) Fahrgeschwindigkeit. Bei Diesellokomotiven ist die Fahrgeschwindigkeit allein abhängig von der Drehzahl, für die die Dieselmaschine berechnet ist, und von dem Treibraddurchmesser. Man wird dann die Dieselmaschine so durchbilden, dafs sie ihre günstigste Drehzahl n bei der meistgebrauchten Fahrgeschwindigkeit V erreicht. Es gilt demnach für Diesellokomotiven mit unmittelbarer Kraftübertragung

16a) . . . . . $n = \frac{1000 . V}{60 . \pi D} = 5,3 \frac{V}{D}$ und mit der Vorgelegeübersetzung »w«.

16b) . . . . . . . . . . $n = 5,3 . \frac{V}{D} . w$.

g) Normalleistung der Diesellokomotive. Entsprechend der Dampflokomotive ergibt sich auch bei der nach den Gleichungen 15a bis 15d berechneten Diesellokomotive die meistgebrauchte Zugkraft je Tonne Reibungsgewicht mit einem mittleren Druck von $p_m = 3,9$ *kg/qcm* zu $\frac{Z_m}{G_r} = 87\, kg$, während die Zugkraft an der Reibungsgrenze $\frac{Z_{max}}{G_r} = 200\, kg$ beträgt.

Mit der meistgebrauchten Zugkraft $\frac{Z_m}{G_r} = 87\, kg$ und der meistgebrauchten Fahrgeschwindigkeit »V« ergibt sich die Normalleistung bezogen auf das Reibungsgewicht als Vergleichsgrundlage:

17a) . . $N = \frac{87\, G_r . V}{270}$ oder $= \frac{87 . G_r . n . D}{270 . 5,3} = \frac{G_r . n . D}{16,5}$ für unmittelbaren Antrieb,

17b) . . $N = \frac{87\, G_r . V}{270 . w.}$ oder $= \frac{G_r . n . D}{16,5 . w}$ für eine Vorgelegeübersetzung »w«.

h) Leistungsgrenze bei kleinster Füllung. Die Füllung der Dieselmaschine läfst sich ohne weiteres soweit herabsetzen, wie es bei der Dampflokomotive durch die Kesselgröfse für die gröfste Fahrgeschwindigkeit bedingt wird. Man hätte demnach für die gleichen Betriebsverhältnisse mit einem kleinsten mittleren Druck $p_{min} = 0,865\, p_m$, d. h. mit $p_{min} = 0,865 . 3,9 = 3,38$ *kg/qcm* zu rechnen.

i) Leistungsgebiet der Diesellokomotive mit unveränderlicher Übertragung. Demgemäfs ergibt sich auch das Leistungsgebiet im Verhältnis des kleinsten zum gröfsten mittleren Druck zu $\frac{3,38}{9} = \frac{1}{2,66}$.

k) Zusammenfassung. Mit Hilfe der Gleichungen:

15a) Hubvolumen bezogen auf das Reibungsgewicht $\frac{C_l}{G_{rt}} = 18,7\, D$ bei einfachwirkendem Viertakt,

15b) Hubvolumen bezogen auf das Reibungsgewicht $\frac{C_l}{G_{rt}} = 10,2\, D$ bei einfachwirkendem Zweitakt,

16a) Drehzahl bezogen auf die meistgebrauchte Fahrgeschwindigkeit . . . . . . . . . . $n = 5,3 \frac{V}{D}$,

17a) Normalleistung bezogen auf das Reibungsgewicht $N = \frac{G_r . n . D}{16,5}$

bzw. die entsprechenden Gleichungen 15c, 15d, 16b und 17b bei Berücksichtigung einer Vorgelegeübersetzung »w« lassen sich für Diesellokomotiven mit unveränderlicher Kraftübertragung auf der gleichen Vergleichsgrundlage wie unter Ie für Dampflokomotiven, nämlich bezogen auf eine Zugkraft von 200 *kg* je Tonne Reibungsgewicht an der Reibungsgrenze, sowie auf eine meistgebrauchte Zugkraft von 87 *kg* je Tonne Reibungsgewicht und auf eine Normalleistung bei einer meistgebrauchten Fahrgeschwindigkeit von 0,8 der Höchstgeschwindigkeit, die Hauptabmessungen festlegen und Vergleiche anstellen.

Im Betriebe wird aber eine derartige Diesellokomotive mit unveränderlicher Übersetzung insofern ein abweichendes Verhalten gegenüber der Dampflokomotive zeigen, als die Dieselmaschine zwischen den beiden Leistungsgrenzen bei kleinster und gröfster Drehzahl bzw. Fahrgeschwindigkeit teilweise erheblich höhere Werte des mittleren Arbeitsdruckes erreicht als die Dampflokomotive bei den entsprechenden Fahrgeschwindigkeiten. Es ergeben sich so ungefähr die in Schaubild 2 dargestellten Betriebsverhältnisse. Danach liegt die günstigste Fahrgeschwindigkeit der Diesellokomotive, bei der die Dieselmaschine mit ihrem wirtschaftlichen mittleren Arbeitsdruck von $p_i = 7,5$ *kg/qcm* und mit ihrer günstigsten Drehzahl arbeitet, etwa bei 60 v. H. der Höchstfahrgeschwindigkeit, während die der Dampfmaschine entsprechende meistgebrauchte Fahrgeschwindigkeit eine um 30 v. H. über der normalen liegende Drehzahl der Dieselmaschine ergibt. Bei der meistgebrauchten Fahrgeschwindigkeit (80 v. H. der Höchstfahrgeschwindigkeit) erreicht aber die Dieselmaschine noch einen mittleren Druck von $p_m = 5,6$ *kg/qcm* und gibt somit eine Zugkraft von 130 *kg* je Tonne Reibungsgewicht gegenüber der meistgebrauchten Zugkraft der Dampflokomotive von 87 *kg* je Tonne Reibungsgewicht ab. Mit dem wirtschaftlichen mittleren Druck $p_i = 7,5$ *kg/qcm* ist bei 60 v. H. der Höchstgeschwindigkeit eine Zugkraft von 166 *kg* je Tonne Reibungsgewicht am Treibrad verfügbar.

### III. Leistung und Betriebsverhältnisse bei Diesellokomotiven mit veränderlicher Kraftübertragung.

a) Zylinderzugkraft. Für die Abhängigkeit von Zugkraft, Zylinderhubvolumen, Treibraddurchmesser und mittlerem Arbeitsdruck voneinander gelten Gleichungen 12a) $\frac{Z}{C} = \frac{5}{\pi . D} . \eta\, p_m$ und 12b) $\frac{Z}{C} = \frac{10}{\pi . D} . \eta\, p_m$ ohne und 12c) $\frac{Z}{C} = \frac{5}{\pi . D} . \eta . p_m . w$ und 12d) $\frac{Z}{C} = \frac{10}{\pi . D} . \eta . p_m . w$ mit fester Vorgelegeübersetzung auch bei veränderlicher Kraftübertragung.

b) Mittlerer Arbeitsdruck. Wie unter IIb sind der wirtschaftliche mittlere Arbeitsdruck bei Dauerleistung zu $p_i = 7,5$ *kg/qcm* und der höchste mittlere Druck zu $p_{max} = 9$ *kg/qcm* anzunehmen.

c) Wirkungsgrade. Auch für die Wirkungsgrade können die gleichen Werte wie unter IIc eingeführt werden.

d) Änderung der Kraftübertragung. Bei Diesellokomotiven mit veränderlicher Kraftübertragung mufs grundsätzlich das Hubvolumen so berechnet werden, dafs die meistgebrauchte Zugkraft mit dem wirtschaftlichen mittleren Arbeitsdruck $p_i = 7,5$ *kg/qcm* abgegeben wird. Andererseits soll aber durch die Änderung der Kraftübertragung erreicht werden, dafs auch die Zugkraft an der Reibungsgrenze mit dem wirtschaftlichen mittleren Arbeitsdruck $p_i = 7,5$ *kg/qcm* geleistet wird. Um die gleichen Betriebsverhältnisse, wie bei der Dampflokomotive zu ermöglichen, mufs daher die Übersetzungsänderung so grofs sein, dafs, bezogen auf 1 *t* Reibungsgewicht sowohl die meistgebrauchte Zugkraft von 87 *kg* als auch die Reibungszugkraft von 200 *kg* am Treibrad verfügbar sind, wenn die

Antriebsmaschine mit dem gleichen mittleren Druck arbeitet. Es mufs also die Kraftübertragung im Verhältnis 87 : 200 = = 1 : 2,3 veränderlich sein.

Diese Änderung kann in Stufen durch Zahnrad- oder hydraulische Getriebe, vorteilhafter stetig durch elektrische Kraftübertragung oder geeignete mechanische Getriebe erfolgen. Dabei werden die stetig veränderlichen Getriebe zweckmäfsig so ausgebildet, dafs die Übersetzung zwischen der Reibungszugkraft und der meistgebrauchten Zugkraft stetig veränderlich ist, während sich die Zugkraft bei den Fahrgeschwindigkeiten zwischen der meistgebrauchten (80 v. H. der Höchstgeschwindigkeit) und der Höchstfahrgeschwindigkeit mit unveränderter Übersetzung aus dem jeweiligen der erhöhten Drehzahl der Maschine entsprechenden mittleren Druck ergibt.

e) Meistgebrauchte Zugkraft. Auf dieser Grundlage gelten bei Diesellokomotiven mit veränderlicher Kraftübertragung für die meistgebrauchte Zugkraft, d. h. die Zugkraft bei 80 v. H. der Höchstfahrgeschwindigkeit, in Abhängigkeit vom Hubvolumen und dem Treibraddurchmesser die Beziehungen:

18a) . . $\frac{Z_{m\,kg}}{C_l} = \frac{5}{\pi . D} . 7{,}5 . 0{,}75 = \frac{9}{D_m}$ beim einfachwirkenden Viertakt,

18b) . . $\frac{Z_{m\,kg}}{C_l} = \frac{10}{\pi . D} . 7{,}5 . 0{,}7 = \frac{16{,}6}{D_m}$ beim einfachwirkenden Zweitakt.

18 c) $\frac{Z_{m\,kg}}{C_l} = \frac{5}{\pi . D} . 7{,}5 . 0{,}65 . w = \frac{7{,}75}{D} . w$ beim einfachwirkenden Viertakt mit Vorgelegeübersetzung »w«,

18 d) $\frac{Z_{m\,kg}}{C_l} = \frac{10}{\pi . D} . 7{,}5 . 0{,}6 . w = \frac{14{,}3}{D} . w$ beim einfachwirkenden Zweitakt mit Vorgelegeübersetzung »w«.

f) Reibungsgewicht und Zylinderhubvolumen. Um das Hubvolumen in Abhängigkeit vom Reibungsgewicht und dem Treibraddurchmesser bestimmen zu können, hat man nur zu berücksichtigen, dafs die Zugkraft an der Reibungsgrenze $Z_{max\,kg} = 200\, G_{r\,t}$ betragen und dafs diese Zugkraft mit dem durch die veränderte Kraftübertragung im Verhältnis 1 : 2,3 erhöhten mittleren Druck von $p_i = 7{,}5$ *kg/qcm* abgegeben werden soll. Man erhält dann unter Anrechnung eines durch die Übersetzung verminderten Wirkungsgrades die Rechnungswerte:

19a) . . . $\frac{Z_{max\,kg}}{C_l} = \frac{5}{\pi . D} . 7{,}5 . 2{,}3 . 0{,}7 = \frac{19{,}4}{D_m}$ oder

$\frac{C_l}{G_{r\,t}} = \frac{200}{19{,}4} . D = 10{,}3\, D_m$ beim einfachwirkenden Viertakt,

19 b) . . . $\frac{Z_{max}}{C} = \frac{10}{\pi . D} . 7{,}5 . 2{,}3 . 0{,}65 = \frac{35{,}6}{D}$ oder

$\frac{C_l}{G_{r\,t}} = \frac{200}{35{,}6} . D = 5{,}6\, D_m$ beim einfachwirkenden Zweitakt,

und für den Fall einer festen Vorgelegeübersetzung w

19 c) . . . $\frac{Z_{max}}{C} = \frac{5}{\pi . D} . 7{,}5 . 2{,}3 . 0{,}6 . w = 16{,}5 \frac{w}{D}$

$\frac{C_l}{G_{r\,t}} = \frac{200}{16{,}5} \frac{D}{w} = 12{,}1 \frac{D_m}{w}$ beim einfachwirkenden Viertakt,

19 d) . . . $\frac{Z_{max}}{C} = \frac{10}{\pi . D} . 7{,}5 . 2{,}3 . 0{,}55 . w = 30{,}1 \frac{w}{D}$

$\frac{C_l}{G_{r\,t}} = \frac{200}{30{,}1} . \frac{D}{w} = 6{,}6 \frac{D_m}{w}$ beim einfachwirkenden Zweitakt.

**Zusammenstellung II.**

| | | | | | | 1350 | 1500 | 1600 | 1750 | 1980 | 2100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Treibraddurchmesser | | | | | *mm* | 1350 | 1500 | 1600 | 1750 | 1980 | 2100 |
| Übliche meistgebrauchte Fahrgeschwindigkeit | | | | | *km/Std.* | 55 | 65 | 70 | 75 | 85 | 90 |
| Drehzahl bei der meistgebrauchten Fahrgeschwindigkeit in der Minute | | | | | | 216 | 230 | 232 | 228 | 228 | 227 |
| Auf 1 Tonne Reibungsgewicht | Rostfläche der Dampflokomotive mit 14 at Kesseldruck | | | | *qm* | 0,036 | 0,0425 | 0,046 | 0,049 | 0,055 | 0,059 |
| | Hubvolumen der Dampflokomotive mit 14 at Kesseldruck | | | | *l* | 5,05 | 5,6 | 6,0 | 6,55 | 7,4 | 7,85 |
| | Hubvolumen einer Diesellokomotive in Litern | mit unveränderlicher Kraftübertragung | einfachwirkende Viertaktmaschine | mit unmittelbarem Antrieb | | 25,3 | 28,1 | 30 | 32,6 | 37 | 39,4 |
| | | | | mit Vorgelegeübersetzung 1 : 2 | | 14,5 | 16,1 | 17,2 | 18,8 | 21,3 | 22,6 |
| | | | einfachwirkende Zweitaktmaschine | mit unmittelbarem Antrieb | | 13,8 | 15,3 | 16,3 | 17,8 | 20,3 | 21,4 |
| | | | | mit Vorgelegeübersetzung 1 : 1,5 | | 10,4 | 11,6 | 12,4 | 13,6 | 15,4 | 16,3 |
| | | mit veränderlicher Kraftübertragung | einfachwirkende Viertaktmaschine | mit unmittelbarem Antrieb | | 13,9 | 15,5 | 16,5 | 18,0 | 20,5 | 21,6 |
| | | | | mit Vorgelegeübersetzung 1 : 2 | | 8,2 | 9,1 | 9,7 | 10,6 | 12,0 | 12,75 |
| | | | einfachwirkende Zweitaktmaschine | mit unmittelbarem Antrieb | | 7,55 | 8,4 | 9,0 | 9,8 | 11,1 | 11,8 |
| | | | | mit Vorgelegeübersetzung 1 : 1,5 | | 5,95 | 6,6 | 7,05 | 7,7 | 8,7 | 9,25 |

**Zusammenstellung III.**

| Bezeichnung der Dampflokomotive | | | | Preufs. Staatsbahn 2 B - 2 S 6 | Preufs. Staatsbahn 2 C - 2 P 8 | Deutsche Reichsbahn 2 C - 3 S 10 | Deutsche Reichsbahn 2 D - 2 P 10 | Preufs. Staatsbahn D - 2 G 8 | Deutsche Reichsbahn 1 E - 3 G 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Reibungsgewicht der Dampflokomotive *t* | | | | 32 | 51,9 | 51,4 | 68 | 56 | 80 |
| Treibraddurchmesser der Dampflokomotive *mm* | | | | 2100 | 1750 | 1980 | 1750 | 1350 | 1400 |
| Kesseldruck der Dampflokomotive *kg/qcm* | | | | 12 | 12 | 14 | 14 | 12 | 14 |
| Hubvolumen der Dampflokomotive *l* | | | | 298 | 330 | 390 | 420 | 375 | 500 |
| Errechnetes Reibungsgewicht als Vergleichsgrundlage *t* | | | | 32,8 | 43,5 | 52,7 | 64 | 47,5 | 95,5 |
| Hubvolumen einer gleichwertigen Diesellokomotive in Litern | mit unveränderlicher Kraftübertragung | einfachwirkende Viertaktmaschine | mit unmittelbarem Antrieb | 1298 | 1410 | 1950 | 2080 | 1200 | 2500 |
| | | | mit Vorgelegeübersetzung 1 : 2 | 740 | 820 | 1120 | 1200 | 690 | 1440 |
| | | einfachwirkende Zweitaktmaschine | mit unmittelbarem Antrieb | 700 | 770 | 1070 | 1130 | 660 | 1370 |
| | | | mit Vorgelegeübersetzung 1 : 1,5 | 535 | 590 | 810 | 875 | 490 | 1030 |
| | mit veränderlicher Kraftübertragung | einfachwirkende Viertaktmaschine | mit unmittelbarem Antrieb | 720 | 785 | 1100 | 1150 | 670 | 1380 |
| | | | mit Vorgelegeübersetzung 1 : 2 | 420 | 460 | 630 | 680 | 390 | 805 |
| | | einfachwirkende Zweitaktmaschine | mit unmittelbarem Antrieb | 385 | 425 | 582 | 626 | 362 | 750 |
| | | | mit Vorgelegeübersetzung 1 : 1,5 | 305 | 332 | 456 | 490 | 285 | 585 |

g) Leistungsgebiet der Diesellokomotive mit veränderlicher Kraftübertragung. Während bei der Dampflokomotive und bei der Diesellokomotive mit unveränderlicher Kraftübertragung das Leistungsgebiet der Lokomotive mit demjenigen der Antriebsmaschine übereinstimmt, so dafs sich die Zugkraft unmittelbar aus dem mittleren Arbeitsdruck ergibt, hängen die Leistungsgrenzen der Antriebsmaschine von Diesellokomotiven mit veränderlicher Kraftübertragung davon ab, wie die Kraftübertragung innerhalb des gesamten Leistungsgebietes der Lokomotive geändert wird. Wenn dies in mehreren Stufen geschieht, so gilt für die volle Ausnutzung der einzelnen Stufen, dafs die veränderte Übersetzung beim Übergang von einer Stufe zur anderen ein gleiches Drehmoment und die gleiche Drehzahl an den Treibrädern ergibt, wie vor der Übersetzungsänderung. Hierdurch sind eine obere und eine untere Leistungsgrenze der Maschine bestimmt, an denen sich innerhalb einer jeden Stufe die Drehzahlen der Antriebsmaschine im Verhältnis der Übersetzungsänderung in den Stufen umgekehrt verhalten müssen wie die ihnen entsprechenden Drehmomente. Um die verlangten Zugkräfte an den Treibrädern für alle Fahrgeschwindigkeiten abzugeben, arbeitet so die Antriebsmaschine in jeder Stufe immer wieder innerhalb eines bestimmten Leistungsgebietes, dessen Grenzen je nach der Stufenzahl enger oder weiter voneinander und von dem wirtschaftlichen mittleren Arbeitsdruck entfernt liegen.

Erfolgt die Änderung der Zugkraftübertragung stetig, so arbeitet die Antriebsmaschine dauernd mit dem wirtschaftlichen mittleren Druck.

Einen Vergleich der Leistungsgebiete bei den verschiedenen Kraftübertragungen ermöglichen die Schaubilder in den Abb. 1 bis 4.

h) Fahrgeschwindigkeit und Drehzahl der Maschine. Zwischen der Fahrgeschwindigkeit und der Maschinendrehzahl bestehen die gleichen Beziehungen wie bei der Diesellokomotive mit unveränderlicher Kraftübertragung, nur ist dabei zu berücksichtigen, dafs durch die veränderte Kraftübertragung auch die Drehzahl sich ändert. Es gilt daher die Beziehung:

20) . . . $n = 5{,}3 \cdot \frac{V}{D} \cdot w_x$, wobei $w_x$ die jeweilige Übersetzung in der Kraftübertragung angibt, die bei der meistgebrauchten Fahrgeschwindigkeit gleich 1 ist.

i) Normalleistung der Diesellokomotive mit veränderlicher Übersetzung. Aus der meistgebrauchten Zugkraft $\frac{Z_m}{G_r} = 87\,kg$, die mit einem wirtschaftlichen mittleren Druck abgegeben wird, und aus der meistgebrauchten Fahrgeschwindigkeit, bei der die Maschine mit ihrer günstigsten Drehzahl arbeitet, ergibt sich für die Normalleistung der Rechnungswert:

21a) $N = \frac{G_r \cdot n \cdot D}{16{,}5}$ ohne und 21b) $N = \frac{G_r \cdot n \cdot D}{16{,}5 \cdot w}$ mit einer Übersetzung w.

k) Zusammenfassung. Durch die Gleichungen:

19a) Hubvolumen bezogen auf das Reibungsgewicht $\frac{C_l}{G_{rt}} = 10{,}3\,D$ bei einfachwirkendem Viertakt,

19b) Hubvolumen bezogen auf das Reibungsgewicht $\frac{C_l}{G_{rt}} = 5{,}6\,D$ bei einfachwirkendem Zweitakt,

20) Drehzahl bezogen auf die meistgebrauchte Fahrgeschwindigkeit . . . . . . . . . . . $n = 5{,}3 \frac{V}{D} w_x$,

21d) Normalleistung bezogen auf das Reibungsgewicht $N = \frac{G_r \cdot n \cdot D}{16{,}5}$

bzw. durch die Gleichungen 19c), 19d) und 21b) bei Berücksichtigung einer Vorgelegeübersetzung ist für Diesellokomotiven mit veränderlicher Kraftübertragung eine Grundlage zum Vergleich mit gleichwertigen Dampflokomotiven und anderen Dampflokomotiven gegeben, die vom Reibungsgewicht der Lokomotive ausgeht und eine aufserordentlich einfache Beurteilung der verschiedenen Lokomotivarten nach ihrer Eigenart ermöglicht.

Eine zahlenmäfsige Gegenüberstellung auf dieser Grundlage bezogen auf 1 *t* Reibungsgewicht geben die Zusammenstellung II und die bildliche Darstellung Abb. 5, während im Vergleich mit einigen wichtigen ausgeführten Dampflokomotiven aus der Zusammenstellung III die Hauptabmessungen der verschiedenartigen gleichwertigen Diesellokomotiven zu entnehmen sind.

Endlich läfst sich ein Überblick über die Betriebsverhältnisse der Diesellokomotive mit veränderlicher Kraftübertragung, d. h. über die aus dem jeweiligen mittleren Druck bei den verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten verfügbaren Zugkräfte aus Abb. 3 bei dreifach abgestufter und aus Abb. 4 bei stetig veränderlicher Kraftübertragung gewinnen.

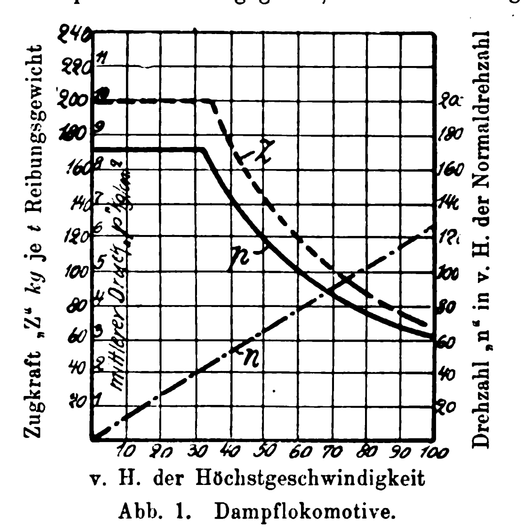


Abb. 1. Dampflokomotive.

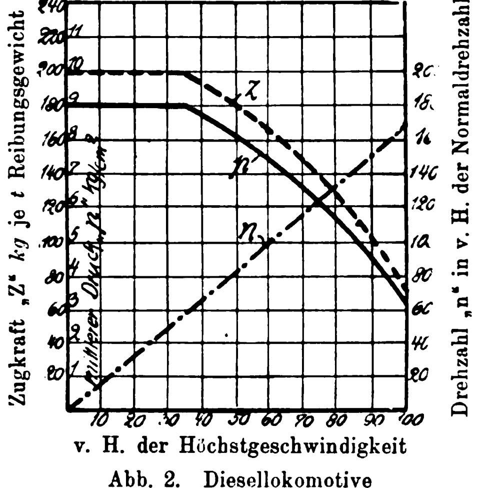


Abb. 2. Diesellokomotive mit unveränderlicher Kraftübertragung.

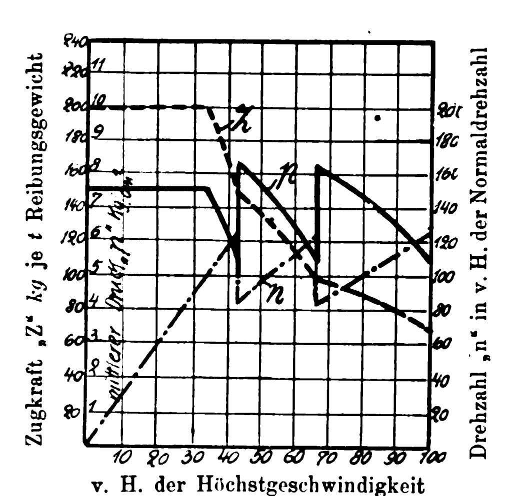


Abb. 3. Diesellokomotive mit Stufengetriebe.

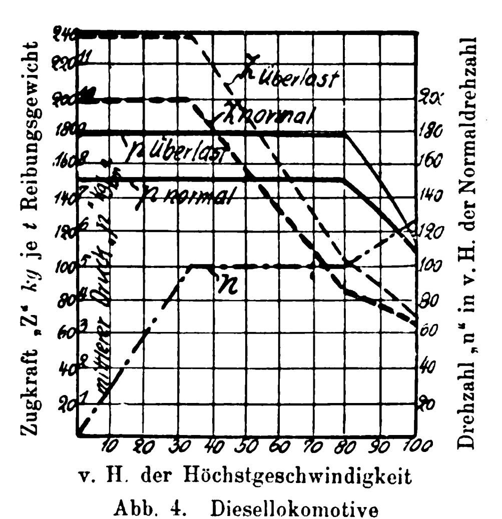


Abb. 4. Diesellokomotive mit stetig veränderlichem Getriebe.

## IV. Schlufsfolgerungen für die bauliche Durchbildung von Diesellokomotiven.

Als erste ausgeführte Diesellokomotive ist die Sulzersche Thermolokomotive bekannt geworden. Sie ist beschrieben in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Band 57, Seite 1325, woraus als Hauptabmessungen ein Treibraddurchmesser von 1750 *mm* und ein Zylinderhubvolumen der Zweitaktmaschine von 250 *l* zu entnehmen sind. Hieraus ergibt die Anwendung der Gleichung 15b), dafs diese Thermolokomotive ein Reibungsgewicht $G_r = \frac{250}{10{,}2 \cdot 1{,}75} = 14\,t$ ausnutzt. Sie würde also einer Dampflokomotive mit 14 *t* Reibungsgewicht gleichwertig sein, die unter Annahme eines Kesseldruckes von 12 *kg/qcm* und einer meistgebrauchten Geschwindigkeit von 75 *km/Std.* ein Zylinderhubvolumen von 106 *l* und einen Rost von 0,8 *qm* hat. Allerdings vermag die Thermolokomotive bei der meistgebrauchten Fahrgeschwindigkeit eine Zugkraft abzugeben, die der meistgebrauchten Zugkraft einer Lokomotive von 27 *t* Reibungsgewicht mit 205 *l* Hubvolumen und 1,65 *qm* Rostfläche entspricht, sie erreicht aber die erhöhte Zugkraft dieser Dampflokomotive beim Anfahren und bei erhöhtem Fahrwiderstand auf Steigungen nur mit Hilfe der vorgesehenen Druckluftmotoren. Aus diesem Mifsverhältnis ergeben sich klar die Gründe für das Versagen der Sulzerschen Thermolokomotive, welches Schicksal auch alle anderen Ausführungen von Thermo- und dergleichen Lokomotiven teilen werden.

Alle derartigen Lokomotiven haben den grundsätzlichen Fehler, das unwirtschaftliche Leistungsgebiet der Kolbendampflokomotive, das eine wirtschaftlich arbeitende Dieselmaschine ohne besondere Mafsnahmen nicht bewältigen kann, durch noch unwirtschaftlichere Hilfsantriebe zu überbrücken.

Ebensowenig sind aber auch die nach Abschnitt II richtig berechneten Diesellokomotiven mit unveränderlicher Kraftübertragung ausführbar, weil ihre Dieselantriebsmaschinen einmal ein zu grofses Hubvolumen (siehe Zusammenstellungen II und III und bildliche Darstellung Abb. 5) haben müssen und weil zum anderen das Leistungsgebiet in viel zu weiten Grenzen, sowohl hinsichtlich des mittleren Arbeitsdruckes als auch hinsichtlich der Drehzahlen (s. Abb 2) veränderlich sein mufs, als dafs dabei nur ein einigermafsen wirtschaftliches Arbeiten der Dieselmaschine möglich ist.

Da vielmehr die günstigste Wirkungsweise der Dieselmaschine nur innerhalb eines sehr eng begrenzten Leistungsgebietes liegt,

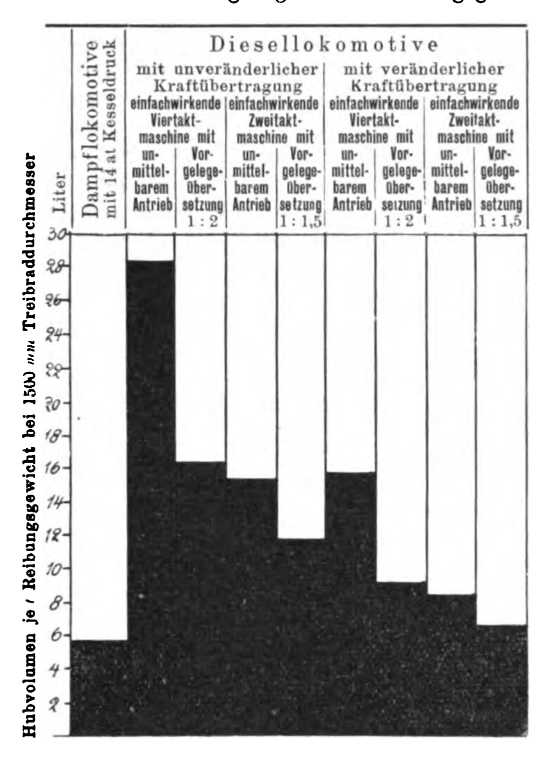



Abb. 5.

mufs schliefslich auch bei Diesellokomotiven mit veränderlicher Kraftübertragung Wert auf möglichst geringe Schwankungen des wirtschaftlichen mittleren Druckes und der günstigsten Drehzahl gelegt werden. Das heifst, es sind bei Stufengetrieben möglichst viele Stufen vorzusehen. So lehrt das Schaubild 3, dafs ein dreistufiges Getriebe vielleicht im äufsersten Falle noch zulässig ist, dafs eine Veränderung des mittleren Druckes und der Drehzahlen an der oberen und unteren Leistungsgrenze der Dieselmaschine für jede Stufe im Verhältnis 1 : 1,52 erforderlich macht.

Unbedingt anzustreben aber ist, eine stetige Veränderung der Kraftübertragung zu verwirklichen. Nur dann kann man erwarten, dafs die Versuche, die Kolbendampfmaschine durch andersartige Lokomotiven mit Diesel- oder Turbinenantriebsmaschinen zu ersetzen, keinen Fehlschlag bringen werden. Man wird sogar zu dem Schlufs kommen, dafs auch für die Kolbendampflokomotive durch das stetig veränderliche Vorgelege noch weitere Entwicklungsmöglichkeiten gegeben sind.

Aus diesen Erwägungen heraus kann man die bisher ausgeführten Diesellokomotiven, soweit etwas darüber bekannt geworden ist und auch die Turbolokomotive mit unveränderlicher Kraftübertragung nicht als brauchbar für den Fortschritt ansehen, weil dabei aufser Acht gelassen wurde, dafs die neuartige Antriebsmaschine nur dann die Kolbendampfmaschine übertreffen kann, wenn sie auch innerhalb desjenigen Leistungsgebietes, in dem die Kolbendampflokomotive unwirtschaftlich arbeitet, besondere Wirtschaftlichkeit aufweist. Hierfür bringt auch der Umweg über den elektrischen Betrieb schwerlich einen Nutzen, sondern nur ein geeignet ausgebildetes Getriebe mit stetig veränderlicher Übersetzung.

## Die Diesellokomotive auf der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Ingenieure in Augsburg *).

Die diesjährige Hauptversammlung des Vereins Deutscher Ingenieure hat sich unter anderm auch eingehend mit der Frage der Diesellokomotive befafst. Dr. Ing. Max Mayer, Efslingen, behandelte hierbei »Die Diesellokomotive vom Standpunkt des Lokomotivbaues«, Dr. Ing. Josef Geiger, Augsburg, sprach über »Dieselmotor und Kraftübertragung für Grofsöllokomotiven« und W. Schumacher, Karlsruhe, über »Rohöllokomotiven mit kompressorlosem Dieselmotor und Flüssigkeitsgetriebe«. Von den Ausführungen der drei Redner soll im folgenden das wesentlichste wiedergegeben werden.

Weil der Lokomotivbetrieb Einfachheit und geringe Unterhaltungskosten verlangt, sollte nach Dr. Mayer das bewährte Laufwerk der Dampflokomotive möglichst beibehalten werden. Daraus ergibt sich dann für Dieselmotor-Fachleute und Lokomotivbauer die Notwendigkeit, die Umbildung des Dieselmotors von der ortsfesten Maschine zu einer Form zu vollziehen, die sich mit der überlieferten Laufwerksform der Lokomotive zu einer Einheit verbindet, welche den Eigentümlichkeiten des Lokomotivbetriebes Rechnung trägt. Die nächstgelegene Lösung hierzu, der unmittelbare, lokomotivmäfsige Antrieb, ist unmöglich, so lange die Zugkraft- und Leistungskurven des Dieselmotors noch nicht den Erfordernissen des Lokomotivbetriebs entsprechen. Diese Verschiedenheit erfordert für alle Betriebszustände, die mit dem Schnittpunkt der Kurven von Dieselmotor und Lokomotivmaschine nicht zusammenfallen, eine Energieumformung, die unter allen Umständen ein lästiges Glied der Diesellokomotive bleiben wird, weniger wegen des Arbeitsverlustes, als wegen der damit verbundenen, im Lokomotivbau äufserst unerwünschten Vielteiligkeit. Zwar ist der Dieselmotor selbst schon eine sehr verwickelte Maschine, aber da er eine geschlossene Einheit bildet, kann man sich mit ihm abfinden, sofern nur die Gesamtanlage einschliefslich der Kraftübertragung sich aus Bauteilen zusammensetzt, die sich baulich in eine einfache Lokomotivform bringen lassen und deren Arbeitsvorgang zu einem im Betrieb günstigen Wirkungsgrad führt. Nach diesem Grundsatz ist die 2C2-Diesel-Druckluftlokomotive (Textabb. 1) entworfen, die z. Zt. in der Maschinenfabrik Efslingen gebaut wird. Man erwartet von ihr einen thermischen Wirkungsgrad von 20 bis 25 %. Allerdings läfst sich eine Lokomotive nicht nach dem thermischen Wirkungsgrad allein beurteilen. Wichtiger ist der Betriebswirkungsgrad, für dessen Güte in erster Linie gröfste Einfachheit mafsgebend ist; sie gewährleistet beste Ausnützungszahl, sowie geringe Anschaffungs-, Betriebs- und Ausbesserungskosten. Will man also der Diesellokomotive in erster Linie einen einheitlichen und geschlossenen Aufbau geben, so hat man ein besonderes Augenmerk darauf zu richten, dafs dieses Bestreben nicht durch ein vielleicht hochwirtschaftliches, aber eben für den Lokomotivbetrieb nicht recht geeignetes Übertragungsmittel wieder zunichte gemacht wird, wie dies bei den wenigen bisher gebauten Grofs-Diesellokomotiven der Fall zu sein scheint.

Dr. Mayer zeigt sodann an einigen Entwürfen, wie sich eine nach den erwähnten Grundsätzen gebaute Lokomotive mit den verschiedenen Kraftübertragungsmitteln durchbilden liefse. Ein — wie schon oben erwähnt — z. Zt. noch unausführbarer Entwurf mit unmittelbarem Antrieb, der einem vor einiger Zeit im Organ gezeigten französischen Vorschlag **) sehr ähnlich ist, scheint ihm für spätere Zeiten nicht aus dem Bereich des Möglichen gerückt. Die beiden Zylinder des langsam laufenden doppeltwirkenden Zweitaktmotors liegen am einen Ende der 2C2-Lokomotive, auf der andern sind zwei Dampfzylinder angeordnet, die bis zum Arbeitsbeginn der

*) Übersicht über die einschlägigen Vorträge; sie sind ausführlich veröffentlicht in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure Nr. 19 vom 9. Mai 1925.

**) Organ 1924, S. 365.

Dieselzylinder unter Dampf arbeiten und während der Betriebszeit der letzteren als Spülpumpen dienen. Den erforderlichen Dampf liefert ein öl- und abgasgeheizter Kessel. Dr. Mayer hat die Schwierigkeiten dieses Entwurfs nicht erwähnt, es sind fast dieselben, die Dr. Geiger bei der Lokomotive mit Stillmotor anführt; der Kessel, der wohl durch Ausnützung der Abwärme den Wirkungsgrad verbessern könnte, macht die gerühmte sofortige Betriebsfertigkeit der Diesellokomotive zunichte, da er erst angewärmt und unter Druck gebracht werden mufs. Er mufs sodann mit dem verhältnismäfsig teuren Rohöl geheizt werden, wenn man nicht zwei verschiedene Brennstoffe mitführen will. Die Verluste durch Anheizen und Abbrand sind nicht beseitigt, desgleichen die Verluste, die dadurch entstehen, dafs der Kessel während des Stillstands der Lokomotive unter Feuer gehalten werden mufs. Sodann kommen wieder die teuren Kesselausbesserungen in Frage. Zudem eignet sich die Lokomotive infolge des Wasserverbrauchs nicht mehr für wasserarme Gegenden.

so kommt man zur Reihenbildung durch zwei senkrechte Motoren mit gesonderten Wellen und elektrischer Kraftübertragung (Textabb. 2). Man sieht aus der Textabbildung, dafs mit diesem Motor die Unterbringung einer Dauerleistung von 1800 PS und einer vorübergehenden Höchstleistung von 2400 PS in einer 2 D 2-Lokomotive von etwa 15 m Länge, bei den neuen deutschen Achsdrücken sogar noch in einer 2 C 2-Lokomotive möglich ist und dies trotz des hohen Gewichts der elektrischen Übertragung. Diese Unterteilung der Krafterzeugungsanlage in zwei getrennte Gruppen ermöglicht zudem noch einerseits die Parallel- und Reihenschaltung, andererseits das vollkommene Abschalten einer Gruppe. Durch diese Bauart gewinnt die wegen ihrer Gewichte verpönte elektrische Kraftübertragung wieder an Aussicht. Jedoch wird die Unterteilung auch für jedes andere Übertragungsmittel ebenfalls nur günstig wirken.

Weiter streifte der Redner noch einige rein bauliche Mafsnahmen, mit denen die Anpassung des Dieselmotors an

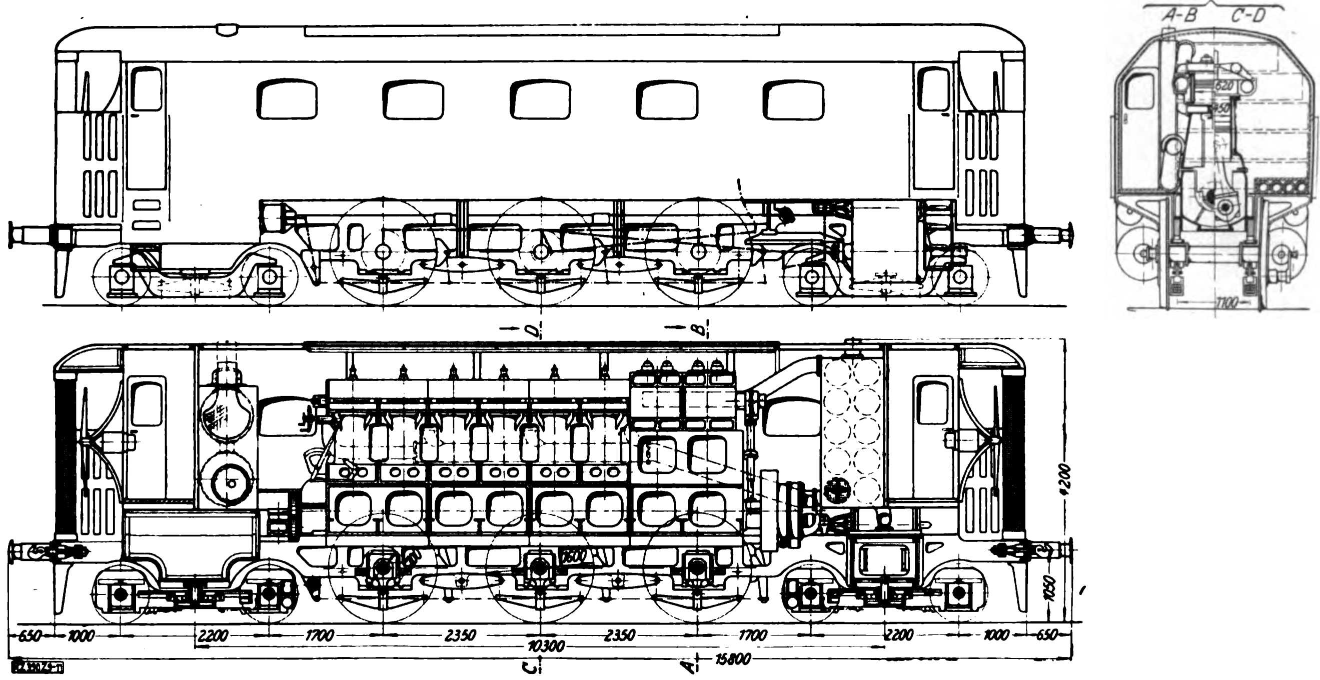



Abb. 1. 2 C 2 Diesel-Druckluftlokomotive. Entwurf der Maschinenfabrik Efslingen.

das Fahrgestell begonnen hat. Bei der ersten russischen Grofs-Diesellokomotive*) machte der Einzelachsenantrieb die Verwendung von Aufsenrahmen wünschenswert und der Zusammenbau von Dieselmotor und Lokomotivrahmen widerspricht in seiner Zusammenstückelung noch den bewährten Lokomotivbauformen mit Lagerung der Kraftmaschine unmittelbar am Rahmen. Die z. Zt. im Bau befindliche schon oben erwähnte Diesellokomotive der Maschinenfabrik Esslingen mit Druckluftübertragung und derselben Motorbauart wie die Vorgängerin weist dagegen eine günstigere Motorlagerung auf. Das Motoruntergestell wird hier zur Querversteifung des im Lokomotivbau immer am meisten geeigneten Innenrahmens herbeigezogen. Geht man noch weiter, so kommt man schliefslich zur Lagerung der Dieselzylinder und der Kurbelwelle unmittelbar in einem Lokomotivhauptrahmen aus Stahlgufs, wie er kürzlich in Amerika an einer elektrischen 1 D 1-Lokomotive ausgeführt wurde. Motorständer und alle Lager sind in diesem Rahmen eingegossen.

Die erörterten Berührungspunkte zwischen Lokomotiv- und Dieselmotorbau sind keineswegs auf Grofslokomotiven be-

Wollte man mit einem Dieselmotor von 1500 PS Dauerleistung von der üblichen Bauform mit 400 Umdr./Min. eine Lokomotive herzustellen versuchen, so würde man statt einer Vollbahnlokomotive mittlerer Gröfse eine 2 E 2-Lokomotive mit einem Motorgewicht von 38,5 t und einer Motorlänge von 8,1 m erhalten. Die Gröfse einer solchen Lokomotive stände in keinem Verhältnis mehr zu ihrer Leistung und eine Vergröfserung der Leistung bis zu der heute durch Zugkraft und Geschwindigkeit gesetzten Grenze von 2000 bis 3000 PS wäre unmöglich, da hierzu die möglichen Achsanordnungen kaum ausreichen dürften. Man mufs daher zu andern Motorformen greifen und hat dabei die Wahl zwischen dem langsamlaufenden doppeltwirkenden Zweitaktmotor, dessen Verwendung mit unmittelbarem Antrieb schon erwähnt wurde, und einer Leistungsvermehrung durch wesentliche Erhöhung der Umlaufzahl bei Unterteilung in eine gröfsere Anzahl von Zylindern. Diesen letzteren Motor, der mindestens 24 Zylinder erhält, wird man dann nicht der Länge nach entwickeln, sondern man wird versuchen, das Querprofil der Lokomotive möglichst auszunützen. Da die nächstliegende Anordnung, die V-Form, nicht befriedigt — die Zugänglichkeit zu dem Motor ist gestört und die Querschnittsausfüllung der Lokomotive nicht günstig —,

*) Organ 1925, S. 77.

schränkt, sondern treten auch bei Kleinlokomotiven und Triebwagen in Erscheinung, und zwar in noch erhöhtem Mafs, weil hier die Versuchung sehr grofs ist, Einzelteile vom Kraftfahrzeugbau einfach für Eisenbahnfahrzeuge zu übernehmen. Auch hier hat die Maschinenfabrik Esslingen einen eigenen Weg beschritten und einen Entwurf für einen 150/200 PS-Drehgestellantrieb aufgestellt, bei dem grundsätzlich Motor, Antrieb und Drehgestell in einen festen Zusammenhang gebracht wurden und bei dem nur einfache Maschinenelemente, Stirnräder und Kuppelstangen, nicht aber Kegelräder- und Kardangetriebe verwendet werden. Baut man auf den geschilderten Grundlagen planmäfsig weiter, so wird sich auch die Diesellokomotive ebenso kräftig entwickeln, wie seinerzeit die Dampflokomotive.

Noch weiter ausholend behandelte Dr. Geiger zuerst die Vorteile und Eigenschaften der Diesellokomotive und dann die zweckmäfsigste Kraftübertragung bei ihr.

sich in Gewicht, Arbeitsweise und Betriebssicherheit dem Eisenbahnbetrieb anpafst. Leider hat aber der Dieselmotor nicht die vorzügliche Eigenschaft der Kolbendampfmaschine, sich stark überlasten zu lassen. Man kann seine Regelleistung nur um höchstens 25 % steigern — und auch dies nur vorübergehend, wenn man Betriebsstörungen durch Verschmutzung vermeiden will. Es hängt dies namentlich damit zusammen, dafs beim gewöhnlichen Dieselmotor die Leistung nur durch eine gröfsere Menge eingespritzten Brennstoffs vergröfsert werden kann und diese Menge nicht über einen bestimmten Betrag hinausgehen darf, da sonst die einzelnen Brennstoffteilchen nicht mehr genügend Sauerstoff zur Verbrennung vorfinden. Dagegen hat der Dieselmotor im Gegensatz zum Verpuffungsmotor den aufserordentlichen Vorteil, dafs er sich von der Überlast bis herab zum Leerlauf aufserordentlich leicht und beliebig einstellen läfst, und das nicht nur bei voller Umlaufzahl, sondern, wenn man gute Lokomotiv-Dieselmotoren ins Auge fafst, abgesehen von Drehzahlen unter etwa 125 in der

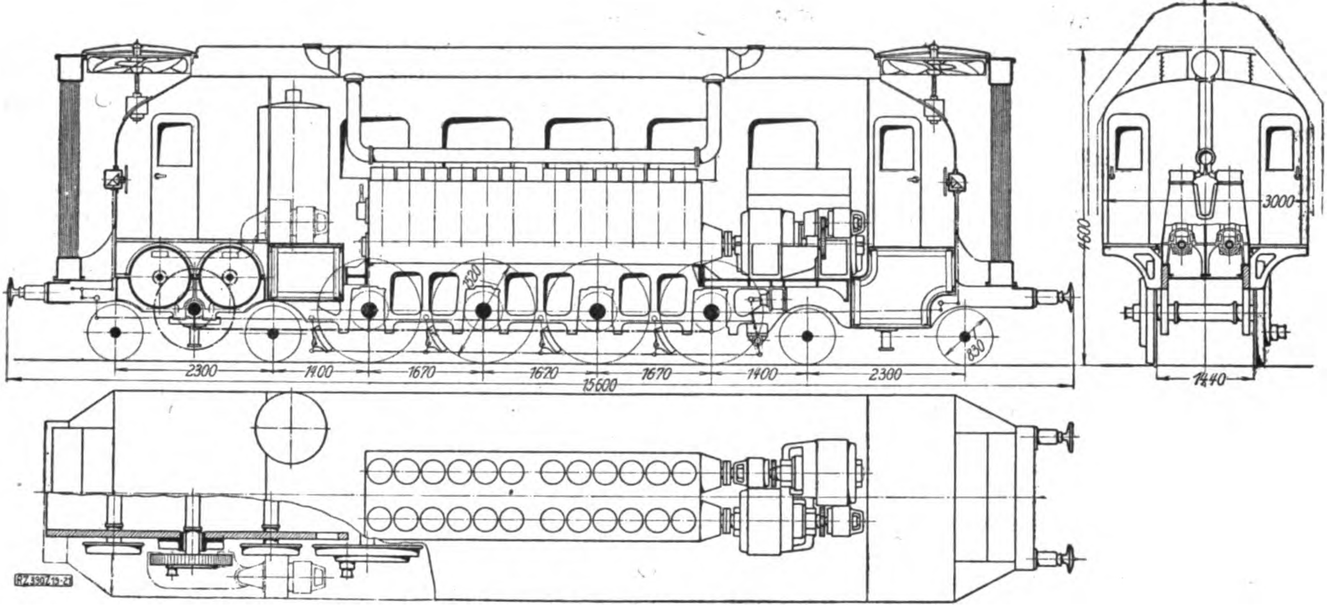


Abb. 2. Diesellokomotive mit zwei senkrechten Motoren und gesonderten Wellen.

Minute, bei jeder beliebigen Umlaufzahl. Erschwerend für den Lokomotivbau ist es, dafs man einen gewöhnlichen Dieselmotor nicht unmittelbar mit den Lokomotiv-Treibrädern kuppeln kann, weil eine unbedingte Zündung bei niedriger Umlaufzahl und gleichzeitig kalter Maschine nicht sicher zu erreichen ist. Es zünden zwar erfahrungsgemäfs auch solche Dieselmotoren, die mit grofsen Schwungmassen gekuppelt sind, wie z. B. in manchen Kraftwerken, noch genügend sicher, jedoch ist zu beachten, dafs dort die Schwungmassen immer noch sehr klein sind gegenüber der Masse eines Zuges samt Lokomotive und dafs aufserdem diese Dieselmotoren ganz ohne Last anfahren. Der Lokomotiv-Dieselmotor hat dagegen gerade beim Anlassen den gröfsten Widerstand zu überwinden und kommt trotz grofsen Verbrauchs an Anlafsluft nur langsam auf genügende Umlaufzahlen. Zudem wird durch die vielen Anlafshübe der Zylinder um so stärker abgekühlt und damit die für den Zündvorgang erforderliche Verdichtungstemperatur erniedrigt. Endlich wird bei Elektrizitätswerken die Luft aus dem warmen Maschinenhaus angesaugt, während man vom Lokomotiv-Dieselmotor, der die Luft aus dem Freien ansaugt, verlangt, dafs er auch bei strenger Kälte und dichtem Nebel völlig sicher zündet. Der Nebel ist deshalb besonders zu erwähnen, weil durch seinen Wassergehalt die Verdichtungstemperatur der Luft infolge der grofsen Verdampfungswärme des Wassers empfindlich herabgesetzt wird. Für den Lokomotivfachmann

Von den Vorteilen ist der wesentlich günstigere Wirkungsgrad gegenüber der Dampflokomotive am meisten bekannt und überall hervorgehoben. Allerdings ist die Gegenüberstellung der beiden Wirkungsgrade von 35 bzw. 7 % unter Hinweis auf die bekannte russische Diesellokomotive nicht ganz einwandfrei. Bei den Versuchen auf dem Prüfstand in Efslingen hat diese einen etwas geringeren höchsten Wirkungsgrad von 27,4, die Dampflokomotive aber einen etwas gröfseren von 8,67 % erreicht*). Auch dieser Unterschied ist allerdings noch gewaltig. Ein wesentlicher Vorteil im Hinblick auf den Betriebswirkungsgrad ist die ständige sofortige Betriebsbereitschaft der Diesellokomotive. Der angeführte Wegfall des Tenders ist dagegen bei der russischen Lokomotive noch nicht voll zur Wirkung gekommen. Weitere Vorteile sind die bequeme Unterbringung des Brennstoffs auf der Lokomotive selbst für sehr lange Strecken, der Wegfall der Verluste durch Anheizen und Abbrand, der Wegfall der Kohlenzüge zu den Hauptverkehrspunkten, keine Dienstunterbrechung durch Wasser- und Kohlenfassen und Abschlacken, keine Kesselausbesserungen, keine Belästigung durch Rauch und Rufs, die Vermeidung des Funkenflugs, die leichtere Bedienung und schliefslich die Verwendbarkeit in wasserarmen Gegenden. Voraussetzung hierfür ist allerdings ein völlig einwandfrei arbeitender Motor, der

*) Organ 1925, S. 82.

beachtenswert ist schliefslich auch noch das stark ungleichmäfsige Drehmoment des Dieselmotors.

Die zweckmäfsigste Kraftübertragung vom Dieselmotor auf die Lokomotivtreibräder zu finden ist von besonderer Wichtigkeit. Die verschiedenen Möglichkeiten sind:

1. Die unmittelbare Kraftübertagung,
2. die unmittelbare Kraftübertragung unter Abänderung des Dieselverfahrens,
3. die Kraftübertragung mit Hilfe starrer Körper,
4. die Kraftübertragung mit Hilfe von Flüssigkeiten,
5. die elektrische Kraftübertragung,
6. die Kraftübertragung durch Dampf oder Gase.

Auch Verbindungen von verschiedenen dieser Übertragungsarten sind möglich.

Beim unmittelbaren Antrieb ist das vom Dieselmotor entwickelte Drehmoment lediglich von seiner Brennstofffüllung abhängig, nicht aber von seiner Umlaufzahl. Bei gegebener Füllung ist also die Lokomotivzugkraft bei allen Drehzahlen des Motors und allen Zuggeschwindigkeiten gleich grofs. Dies läfst sich nicht vereinbaren mit der Forderung des Eisenbahnverkehrs, dafs die Lokomotive bei kleinen Geschwindigkeiten eine höhere Zugkraft ausüben soll als bei grofsen, d. h., dafs die Lokomotivzugkraft umgekehrt verhältnisgleich der Geschwindigkeit sein soll. Um dies zu erreichen, könnte man etwa den Dieselmotor von vornherein zu grofs bemessen, so dafs er bei gröfster Fahrgeschwindigkeit nur einen Bruchteil der Regelfüllung beanspruchen würde. Aber dann wird derselbe viel zu schwer und teuer. Ein anderes Gegenmittel wäre das Aufladeverfahren, das bei Flugzeugen und Schiffsmotoren verwendet wird. Leider läfst sich aber damit der mittlere Druck nur um 15 bis 20%, also für Eisenbahnzwecke zu wenig steigern. Eine stärkere Erhöhung könnte nur durch eine beträchtliche Vergröfserung des zugeführten Luftgewichts, also auch des Ansaugedrucks erfolgen, wodurch zwar nicht die Höchsttemperatur des Vorgangs, wohl aber seine mittlere Temperatur und gleichzeitig der mittlere Druck stark erhöht wird. Beides bewirkt, dafs bedeutend mehr Wärme an die Wandungen übergeht. Damit steigen dann sowohl die mittlere Wandtemperatur als auch der Temperaturunterschied zwischen der geheizten und wassergekühlten Wandoberfläche und es entstehen hohe zusätzliche Wärmespannungen, welche die gröfsten Schwierigkeiten beim Bau von Grofsdieselmaschinen, insbesondere von raschlaufenden, verursachen.

Der Engländer Still hat den Dieselmotor in der Weise umgestaltet, dafs er auf der oberen Kolbenseite wie ein gewöhnlicher Dieselmotor, auf der unteren durch Dampf beaufschlagt wird. Diese Anordnung hat den Vorteil, dafs ein Anfahren, sobald Dampfdruck vorhanden ist, genau wie bei der Dampflokomotive unter allen Umständen möglich ist. Aufserdem könnte hierbei der Wirkungsgrad durch die Ausnützung der Abwärme noch etwas verbessert werden, wenn nicht gerade bei den Lokomotiven mit Rücksicht auf die Anfahrmöglichkeit noch eine zusätzliche Feuerung samt Dampfkessel erforderlich wäre, der für die meisten Fälle unangenehm grofs wird. Die Nachteile der Still-Lokomotive sind in der Hauptsache schon weiter oben angegeben. Zu erwähnen ist noch, dafs der Kühlmantel des Dieselmotors bei der Still-Maschine viel verwickelter wird. Da das Kühlwasser unter vollem Dampfdruck steht, sind die mittleren Wandungstemperaturen bereits recht hoch und bei den in Betracht kommenden grofsen Zylinderleistungen und hohen Drehzahlen nicht unbedenklich. Eine kleine Still-Lokomotive ist z. Zt. bei Kitson in Leeds im Bau.

Eine Lokomotive mit Zahnradübertragung wird z. Zt. im Auftrag der russischen Regierung auf Veranlassung von Prof. Lomonossoff bei der Hohenzollern-A.-G. in Düsseldorf gebaut und dürfte bald auf den dortigen Lokomotivprüfstand kommen. Als Antriebmaschine ist ein von der MAN gelieferter einfachwirkender Sechszylinder-Viertaktdieselmotor von 1200 $PS_e$ Höchstleistung bei 450 Umdr./Min. vorgesehen. Die Dieselmaschine treibt über eine elektromagnetisch betätigte Reibungskupplung und eine elastische Federkupplung das von Krupp gelieferte Zahnradgetriebe an, das über eine Blindwelle auf die Kuppelstangen arbeitet. Die Federkupplung aus Blattfederwerken ist so ausgebildet, dafs trotz des geringen Schwungmomentes der vorgeschalteten Triebwerkteile und der Hauptreibungskupplung und, obwohl das vom Dieselmotor gelieferte Drehmoment sehr stark schwankt, der Verlauf der Drehmomente hinter der Federkupplung recht gleichmäfsig ist. Das Zahnrädergetriebe besteht aus einem Kegelräderpaar und mehreren Stirnräderpaaren. Die Geschwindigkeitsstufen werden durch drei Magnetkupplungen eingeschaltet. Zwei der kleineren Kupplungen liegen aufsen auf der ersten Querwelle. Die dritte Kupplung sitzt im Getriebe, jedoch nicht im Ölraum, auf der letzten Welle vor der Blindwelle. Die Lager haben Prefsölschmierung, ebenso die Zahneingriffe. Gehäuse und Zahnräder sind aus Stahlgufs. Die Räder sind durchweg gehärtet und bleiben dauernd im Eingriff. Das Gesamtgewicht des Getriebes ohne Kupplungen beträgt 12000 kg.

Auch die Verwendung von Flüssigkeitsgetrieben, von denen man zwei Arten, die eine mittels Kolben, die andere mit Schaufeln arbeitend, unterscheiden kann, hat die MAN schon ernstlich erwogen. Die Ergebnisse mit einer Versuchspumpe waren indessen nicht derart, dafs sie zum Bau eines Getriebes für eine grofse Lokomotive ermutigt hätten.

Eine weitere Lösungsart, die elektrische Kraftübertragung, hat Lomonossoff bei seiner ersten Lokomotive angewandt. Über diese Lokomotive und ihre ersten Versuchsergebnisse ist, wie oben erwähnt, im Organ schon ausführlich berichtet worden. Die Lokomotive stellt zweifellos einen bedeutenden Erfolg dar, aber ihre verhältnismäfsig schwere, teure und verwickelte Bauart macht sie doch zum Weiterbau nicht recht geeignet.

Die nächste Gruppe der Kraftübertragungsarten, bei denen dampf- oder gasförmige Körper hierzu herangezogen werden, unterscheidet sich insofern grundsätzlich von den bereits besprochenen, als hierbei aufser der von der Dieselkurbelwelle gelieferten Energie auch noch die in den Auspuffgasen des Motors enthaltene Energiemenge herangezogen wird, die, an und für sich schon beträchtlich, sich durch entsprechende Mafsnahmen noch erheblich steigern läfst.

Bei der reinen Dampfübertragung, Baurat Cristiani, führt der Dampf einen in sich geschlossenen Kreislauf durch. In einem Hochdruckkessel wird er durch die Auspuffgase des Dieselmotors auf höhere Temperatur gebracht. Von dort aus arbeitet er in gewöhnlichen Lokomotivzylindern und gelangt schliefslich entspannt in einen zweiten Kessel, den Kühler. Nachdem er dort durch Abkühlung seinen Rauminhalt verringert hat, wird er durch einen Verdichter von neuem in den Hochdruckkessel gedrückt. Dieser Verdichter wird unmittelbar vom Motor angetrieben und verbraucht dessen ganze Leistung. Der gesamte Wirkungsgrad dieser Übertragung bis zum Radumfang soll etwa 73% betragen.

Bei der Bauart Zerlatti treibt der Dieselmotor einen Luftverdichter an. Die ins Kühlwasser und in die Auspuffgase übergegangene Wärme wird ähnlich wie beim Still-Motor zur Dampferzeugung verwertet. Der Dampf wird der Druckluft beigemengt, so dafs mit Wasserdampf gesättigte Druckluft in gewöhnlichen Lokomotivzylindern arbeitet. Durch die Beimengung des Wasserdampfes soll die Eisbildung in den Zylindern vermieden werden. Je eine Lokomotive nach Cristiani und nach Zerlatti ist gegenwärtig in Italien im Bau.

Die Maschinenbau-A. G. Görlitz verwendet als Übertragungsmittel die heifsen Abgase des Dieselmotors. Eine derartige, kleine Lokomotive war in Seddin ausgestellt*). Bei einem weiteren, von dem Vortragenden schon 1918 empfohlenen Verfahren wird reine Luft angesaugt, verdichtet, sodann durch die Auspuffgase des Motors erhitzt und strömt dann zur Arbeitsleistung in die Lokomotivzylinder. Eine solche Anlage ist z. Zt. bei der MAN im Bau. Welch erhebliche Verbesserung des Wirkungsgrades durch die Verwertung der Abwärme aus den Auspuffgasen erzielt wird, zeigt Textabb. 3. Ohne diese Abwärme würden die Kraftübertragungen durch Gase hinsichtlich des Wirkungsgrades entschieden hinter der elektrischen und der Zahnradübertragung stehen. Gegenüber diesen stellt sich indessen die Druckluftübertragung wesentlich billiger. Aufserdem bringt sie wenig neue Elemente auf die Lokomotive, da die Luftdehnungsmaschine eine gewöhnliche Lokomotivmaschine ist, die jedem Lokomotivführer bekannt ist. Auch der erforderliche Druckluftverdichter hat nur Teile, die an dem Dieselmotor ohnehin schon vorkommen und die mühelos zu bedienen sind. Als weiterer Vorteil dabei ist es anzusprechen, dafs man die alten Werkstätteneinrichtungen weiter verwenden kann.

Wenn theoretisch dennoch die Druckluftübertragung mancherlei Vorteile zeigt, so will ihr Dr. Geiger doch nicht ohne weiteres das Wort reden. Nicht theoretische Erwägungen, sondern die im Dauerbetrieb gewonnenen Erfahrungen werden über die Eignung der verschiedenen Übertragungsarten entscheiden und hierzu ist eine möglichst grofse Zahl verschiedener Ausführungen erwünscht.

*) Organ 1924.

Eine fertige Lokomotive mit Flüssigkeitsgetriebe betrafen die Ausführungen von Obering. Schumacher. Der Aufbau der Lokomotive, wie sie die Maschinenbau-Gesellschaft Karlsruhe mit den Motoren-Werken Mannheim-A.-G. unter Leitung der Motor-Lokomotiv-Verkaufs-Gesellschaft m. b. H. „Baden" auch für die Deutsche Reichsbahn gebaut haben, ist aus der Abb. 4 zu ersehen. Der Dieselmotor gibt über eine Zwischenwelle sein veränderliches Drehmoment bei fast gleichbleibender Drehzahl

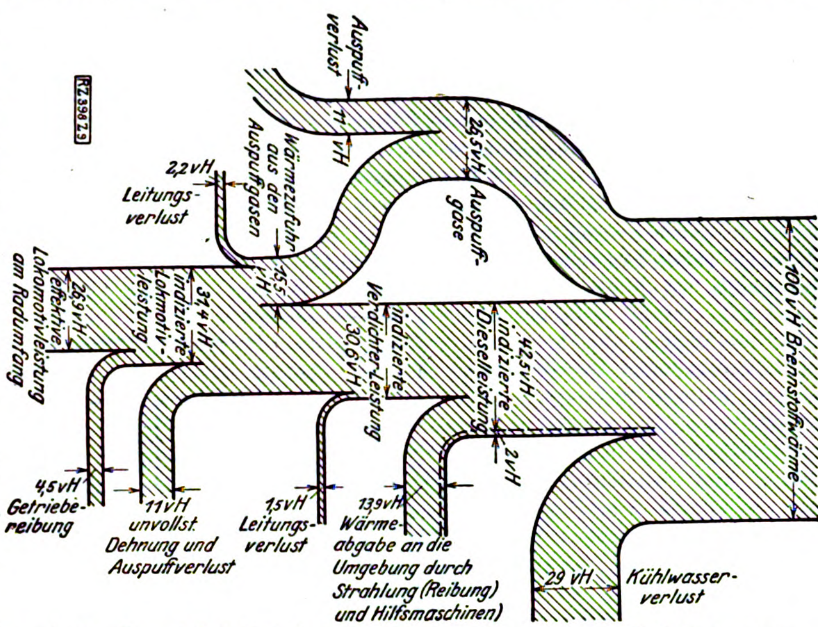
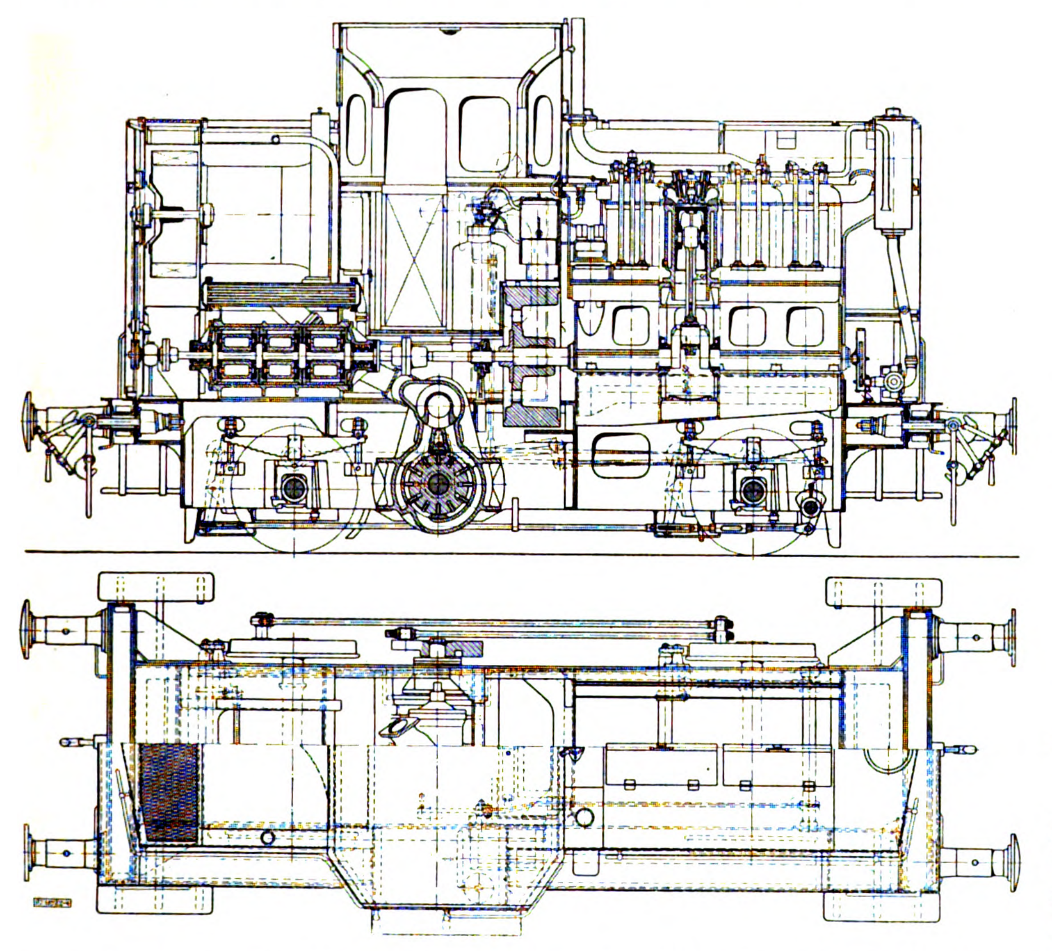



Abb. 3. Energieflufs bei einer Diesellokomotive mit Druckluftübertragung.

Tafel 4.



Querschnitt durch den Führerstand.

Abb. 4. Rohöllokomotive mit kompressorlosem Dieselmotor und Flüssigkeitsgetriebe.

160 PS-B-Lokomotive für die Deutsche Reichsbahn mit Vierzylinder-Viertaktmotor von 250 mm Zyl.-Dmr. und 350 mm Hub.

| Lokomotive: | |
|---|---|
| Leergewicht . . | 29 200 kg |
| Dienstgewicht . . | 30 200 „ |
| Länge über die Puffer . . . | 7 770 mm |
| Größte Breite . . | 2 950 „ |
| Größte Höhe . . | 4 150 „ |
| Raddurchmesser . | 1 000 „ |
| Fester Radstand . | 3 600 „ |

| Dieselmotor: | |
|---|---|
| Zylinderzahl . . . | 4 |
| Größte Dauerleistung . | 160 PS |
| Höchstleistung . . | 175 „ |
| Drehzahl . . | 375 Uml./min. |
| **Getriebe:** | |
| Geschwindigkeiten | 8, 16, 26 km/h |
| Dauerzugkräfte | 3400, 1700, 1100 kg |

an eine mehrteilige Kapselpumpe ab. Die in dieser erzeugten verschieden grofsen Druckölmengen treiben den Flüssigkeitsmotor, ebenfalls eine Kapselpumpe, deren Welle gleichzeitig Blindwelle des Fahrzeuges ist. Zur weiteren Kraftübertragung dienen Kurbeln und Stangen. Eine etwas gröfsere 1 B-Lokomotive hat einen Sechszylinder-Viertaktmotor von 250 mm Zylinderdurchmesser und 350 mm Hub. Der Motor arbeitet ohne Kompressor und Kolbenkühlung nnd gibt bei 375 Umdr./Min. 250 $PS_e$ ab. Seine Drehzahl wird von einem einfachen Federregler eingestellt, der die Schwankungen zwischen Leerlauf und 10% Überlast in den Grenzen von 5 bis 10% hält. Die schon erwähnte hydraulische Übertragung ist aus dem Lentz-Getriebe entwickelt worden und in Textabb. 5 schematisch dargestellt. Auf den Pumpenwellen sitzen je vier einzelne Kapselpumpen, zum Steuern und Umsteuern dienen Drehschieber. Die einzelnen Kammern können daher in beliebiger Zahl auf „Arbeit" oder „Leerlauf" gestellt werden. Als Sammel- und Ausgleichbehälter für das Öl dient eine Kammer, in der das Öl auch gekühlt wird.

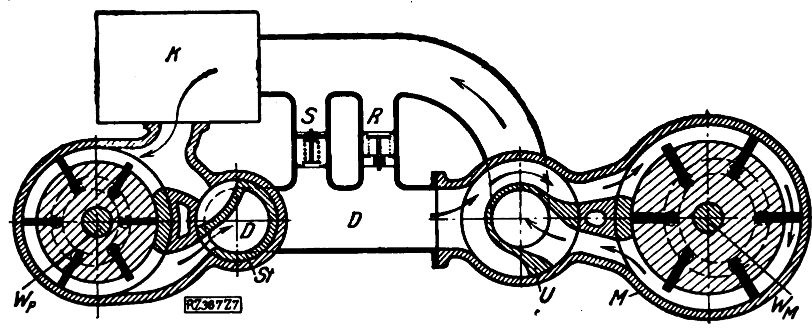



Abb. 5. Schema des Flüssigkeitsgetriebes der „Baden"-Lokomotive.

Mit dieser Getriebebauart soll es gelungen sein, das für den Vollbahnbetrieb unerläfsliche Umschalten unter Last mit einfachen Mitteln betriebssicher durchzuführen. Der Geschwindigkeitswechsel soll sich stofsfrei und elastisch vollziehen und die vor dem Zuschalten vorhandene Zugkraft und Geschwindigkeit in voller Höhe erhalten bleiben. Alle Teile des Getriebes lassen sich austauschbar herstellen und leicht einbauen. Die Wärme, die vom Dieselmotor und in geringem Mafs auch vom Getriebe abgeführt werden mufs, wird an eine Kühlanlage mit geschlossenem Wasserkreislauf abgegeben. Die Lokomotive wird damit unabhängig von den Wasserstationen.

Dauerbremsversuche in geschlossenem Prüfraum haben gezeigt, dafs weder steigender Druck noch Erwärmung des Getriebes Anlafs zu Störungen geben, obwohl jedes Getriebe bei verschiedenen Schaltungen und Belastungen mindestens 18 Stunden gebremst wurde. Streckenfahrten wurden mit drei verschiedenen B-Lokomotiven von je 160 PS Leistung auf der Bergstrecke Karlsruhe-Pforzheim ausgeführt. Bei einzelnen Fahrten wurde ausschliefslich durch das Getriebe gesteuert, das für diese kleinen Lokomotiven nur drei Übersetzungen hatte. Selbst hierbei soll die Umschaltung unter Last einwandfrei erreicht worden sein. Eine der Lokomotiven wird z. Zt. auf gröfseren Fahrten eingehend untersucht. Eine 1 B-Lokomotive für Höchstgeschwindigkeiten von 50 bis 60 km/Std. befindet sich kurz vor der Ablieferung; bei den Werkprobefahrten soll auch sie allen Erwartungen entsprochen haben.

Lokomotiven der beschriebenen Bauart befinden sich schon seit ein bis zwei Jahren im Betrieb. Die damit gesammelten Erfahrungen haben nach der Ansicht des Vortragenden gezeigt, dafs bis zur angegebenen Leistung die Frage der Diesellokomotive technisch und wirtschaftlich als gelöst zu betrachten ist. Wenn darüber hinaus auch Lokomotiven gröfserer Leistung, bis etwa 1000 PS in dieser Form für ausführbar gehalten werden und schon in Angriff genommen sind, so müfste man den Ergebnissen solcher Lokomotiven — namentlich auch im Hinblick auf die von Dr. Geiger erwähnten Erfahrungen der MAN — mit gröfstem Interesse entgegensehen. R. Dannecker.

## Durchlaufende Gleisbettung auf eisernen Eisenbahnbrücken der vormaligen Bayerischen Staatsbahnen.

Von Reichsbahnoberrat **Weidmann**, München.

Hierzu Abbildungen auf Tafel 18.

Die Durchführung der Gleisbettung und damit die Möglichkeit, einen einheitlichen Oberbau auf eisernen Eisenbahnbrücken anzuwenden, wird im Eisenbahnbetriebe seit langem angestrebt. Im Bereiche der vormaligen Bayerischen Bahnen wurde dies durch die Ausführung von Kieskasten-Tragwerken erreicht; das sind Brücken, bei welchen die Bettung in einem aus 8 mm starken Blech gebildeten Troge ruht. Für eingleisige Brücken wird der Trog zur Aufnahme der Gleisbettung auf Quer- und Längsträgern verlegt, die zwischen die beiden Hauptträger vertieft eingebaut sind (Abb. 1, Taf. 18). Bei dieser Anordnung ist es möglich, auch bei geringer Bauhöhe eine durchgehende Bettung auf der Brücke anzuordnen.

Für zwei- und mehrgleisige Brücken wird der Kieskasten über eine Anzahl von Walz- oder genieteten Trägern durchgeführt. Die Träger werden in gleichen Abständen voneinander verlegt, durch Querverbindungen zusammengeschlossen und mit dem Kastenblech vernietet. Die Seitenwände werden durch besondere Stehbleche und Eckwinkel ausgesteift (Abb. 2, Taf. 18).

Kleinere Öffnungen bis zu 2,5 m Lichtweite wurden vielfach zur Durchführung der Gleisbettung mit angefallenen Altschienen dicht überdeckt und einbetoniert.

Im letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts begann man die offene Bauart der Brücken über Wegen und Strafsen dadurch zu vermeiden, dafs man für Überbrückungen bis 11 m Lichtweite einbetonierte Walzträger verwendete. Mit Abständen von 20 bis 80 cm wurden die Walzträger nebeneinander verlegt und durch Verbindungsbolzen mit angeschnittenem Gewinde vermittels Doppelmuttern in ihrer gegenseitigen Entfernung gesichert. Das Ganze wurde in Beton eingestampft. Durch seitliche Aufbetonierungen erhielten diese Überbauten trogartige Gestalt. Auf diese Art entstanden die Betoneisenbrücken, welche die Durchführung des Schotterbettes und damit auch des Regeloberbaues der Gleise gestatteten (Abb. 3, Taf. 18). Die Betoneisenbrücken haben sich in fortschrittlicher Entwicklung während dreier Jahrzehnte gut bewährt. Bei der Berechnung der Betoneisenbrücken wird der Beton im Gegensatz zu den Eisenbetonbrücken, bei welchen er ein tragender Bestandteil ist, nur als tote Last in Rechnung gestellt, die einbetonierten Träger werden als allein tragend angenommen. Der Nachteil des erhöhten Baustoffaufwandes für diese Brückenausführungen gegenüber dem der offenen Eisenbahnbrücken gleicher Stützweiten wird aufser durch den Vorteil der durch-

gehenden Gleisbettung noch durch den fast gänzlichen Entfall der Brückenunterhaltungsarbeiten ausgeglichen. Die Betoneisenbrücken erfordern zur Ausführung eine verhältnismäfsig grofse Bauhöhe, die bei neuen Bahnlinien von Haus aus berücksichtigt werden kann, bei bestehenden Linien aber oft erst durch Gleishebungen und ähnliche Mafsnahmen geschaffen werden mufs. Durch die Einführung breitflanschiger Träger war es möglich, Überbauten mit geringerer Bauhöhe auszuführen, als es die Verwendung von Normalprofilträgern gestattete. Zur Ausführung von Betoneisenbrücken gröfserer Stützweiten werden auch Normalprofilträger mit aufgenietetem Flacheisen verwendet (Abb. 4, Taf. 18). Sowohl die Kieskastenbrücken als auch die Betoneisenbrücken werden dadurch entwässert, dafs kleinere Bauwerke einseitiges, gröfsere beiderseitiges Gefälle erhalten. Das Doppelgefälle wurde in Bayern durch die Verwendung »bombierter Träger« erreicht. Bis zum Kriegsausbruch wurden diese von einigen Walzwerken (Burbacher Hütte) fertig geliefert; im unmittelbaren Anschlufs an das Walzverfahren wurde noch im rotwarmen Zustande der Träger mit dem Höhenstich versehen. Die »bombierten Träger« geben den Betoneisenüberbauten ein gefälligeres Aussehen, weil der Eindruck des Durchhängens gerader Träger vermieden wird. Gegenwärtig sind die »bombierten Träger« nicht mehr erhältlich. Das Gefälle der Betoneisenbrücken mufs daher durch entsprechende Verdickung des Betons nach der Trägermitte zu erreicht werden. Wenn auch das Einbetonieren der mit Flacheisen verstärkten Walzträger unbedenklich ist, darf gegen das ebenfalls schon ausgeführte Einbetonieren von genieteten Trägern, die aus Stegblechen, Gurtwinkeln und Deckflacheisen zusammengesetzt, also vollständig vernietet sind, ein Bedenken nicht unterdrückt werden. Bei vollständig genieteten Trägern bilden die Niete einen wichtigen Grundbestandteil; ihr guter Sitz, besonders nach den Auflagern zu, mufs bei offenen Brücken stets der Nachprüfung unterzogen werden. Bei Einbetonierung ist jedoch ihr Zustand — gleich dem der durch sie verbundenen Teile — einer Nachprüfung und Besichtigung gänzlich entzogen. Wenn in besonderen Fällen derartige Überbauten noch dem stetigen Angriffe von Rauchgasen ausgesetzt sind, die durch die leicht entstehenden Betonrisse Eingang finden und zum Eisenkern vordringen können, um dort ihre zerstörenden Wirkungen auszuüben, so ist die Behinderung der Überwachung fraglos bedenklich. Das Einbetonieren gänzlich genieteter Träger oder von Teilen hiervon sollte daher in diesen Fällen tunlichst vermieden werden.

Bei gröfseren Blechträger- und Fachwerkbrücken wurde die durchlaufende Gleisbettung unter Verwendung von Kieskästen nach oben beschriebener Bauart und in einzelnen Fällen von Buckelplatten ermöglicht. Auch Belageisen (Zoreseisen) haben schon hierfür Verwendung gefunden. Ein grofser Nachteil derartiger Brückentafeln sind die der Feuchtigkeit und dadurch in erhöhtem Mafse dem Rostangriffe ausgesetzten Eisenbaustoffe. Bei Buckelplatten und Blechtafeln mufs auf der Baustelle viel Nietarbeit geleistet werden, weil für sie zur Erzielung der Wasserdichtheit enge, dichte Nietungen erforderlich sind. Die Dichtheit der auf der Baustelle geschlagenen Niete ist aber vielfach nicht von einwandfreier Beschaffenheit. Nach einiger Zeit ist an solchen Brücken öfters die Erscheinung zu beobachten, dafs in den Nietungen oder Stofsfugen Wasser durchdringt. Das Auswechseln verrosteter Buckelplatten oder Blechtafeln ist mit vielen Schwierigkeiten verbunden. Trägerwellbleche und Belageisen haben ebenfalls wenig Eignung, eine Fahrbahntafel für ein durchlaufendes Schotterbett auf gröfseren Eisenbahnbrücken herzustellen. Das Durchsickern von Wasser und die Möglichkeit, dafs Steine durchfallen, ist bei ihrer Verwendung kaum zu verhindern.

Bei der im Jahre 1923 erfolgten Auswechslung der Trogenbachbrücke (zweigleisige Hauptbahnlinie Nürnberg—Bamberg—Probstzella nächst der Station Ludwigsstadt, Gefälle von 1:40) wurde für die dort notwendige Durchführung der Gleisbettung für die neue Brücke eine Ausführung gewählt, welche die vorbeschriebenen Nachteile der Fahrbahntafeln gröfserer Brücken vermeidet und die günstigen Erfahrungen mit Betoneisenbrücken kleinerer Stützweiten ausnützt. Die Trogenbachbrücke (Abb. 5a, Taf. 18) besteht aus vier gewölbten Öffnungen gegen das südliche und einer gewölbten Öffnung gegen das nördliche Widerlager; dazwischen liegen drei Öffnungen, die mit Fachwerküberbauten von je 33,0 m Stützweite überspannt sind. Als Zwischenstützen dienen gemauerte Pfeiler. In einer Höhe von etwa 25 m über Talsohle überquert die Bahnlinie im Städtchen Ludwigsstadt das Trogenbachtal. Eine Ortsstrafse liegt annähernd rechtwinklig zur Bahnachse unter den Fachwerküberbauten einer Öffnung. An dieser stehen unmittelbar unter und neben der Brücke bewohnte, Ortseinwohnern gehörige Häuser. Die Fahrbahntafel der alten Brücke, bestehend aus Zoreseisen, hatte sich nicht bewährt. Für die neuen eisernen Brückenüberbauten mufste daher eine Fahrbahntafel vorgesehen werden, welche verhütete, dafs aus den Lokomotiven fallende glühende Kohlenstückchen, zufällig gelöste Schrauben oder bei Gleisarbeiten auch Schottersteine von der Brücke herabfallen und unheilvoll wirken könnten. In Erwägung dieser Umstände entschlofs man sich, die Fahrbahntafel bezüglich ihrer Berechnung als Betoneisenüberbau herzustellen, bei welchem jedoch der Beton durch Eiseneinlagen noch besonders verstärkt wurde (Abb. 5b und c). Hierdurch konnte die Wandstärke des Troges niedrig gehalten werden; ferner war zu erwarten, dafs bei den Trägerdurchbiegungen ein elastisches Nachgeben eintreten werde. Um die freie Durchbiegungsmöglichkeit der Hauptträger durch eine dazwischengespannte, steife Fahrbahntafel nicht zu behindern, wurde diese möglichst unabhängig von den Hauptträgern angeordnet. Die Querträger der Fahrbahntafel wurden auf den Obergurten der Hauptträger so gelagert, dafs alle Belastungen zentral in die Knotenpunkte der Hauptträger übertragen werden. Nur der über dem mittleren Knotenpunkt liegende Querträger ist zur Ableitung der in der Fahrbahntafel auftretenden geringen Längskräfte mit den Hauptträgerobergurten fest verbunden. Im übrigen ist die Fahrbahntafel in der Richtung der Brückenlängsachse nach beiden Enden frei beweglich. Die auf die Fahrbahntafel wirkenden wagrechten Kräfte werden durch die Anschlagleisten aufgenommen, die auf den Obergurten der Hauptträger für die Auflagerplatten der Querträger befestigt sind. Zwischen den Querträgern ist ein Längsträgerrost eingebaut (Abb. 5d). Die einzelnen Träger dieses Rostes sind in halber Stützweite durch gut eingepafste und verlaschte Trägerstücke des gleichen Profils steif miteinander verbunden, um ein seitliches Ausbauchen während des Einstampfens der Fahrbahntafel zu verhindern und die Verkehrslast auf die fünf Längsträger gleichmäfsig zu übertragen (Abb. 5e). Verschiedenartige Ausdehnungen der Fahrbahntafel und der sie tragenden Hauptträger, die bei Temperaturwechsel eintreten können, beeinflussen sich nicht, auch ist durch die in der Brückenlängsrichtung bewegliche Lagerung der Fahrbahntafel das Eintreten sonstiger Nebenspannungen nach Möglichkeit verhütet. Der Eisenbetontrog ist auf Winkeleisen aufgelagert, die an die Stege der Quer-, Längs- und Zwischenträger angenietet sind; seine Unterkante ist damit begrenzt. Diese liegt so hoch über dem Hauptträgerobergurt, dafs dessen Besichtigung und Unterhaltung jederzeit möglich ist. Die Tiefe des Troges wurde mit etwa 400 mm reichlich gewählt, um eine Beschädigung beim Unterkrampen der hölzernen Querschwellen zu verhüten. Das Mischungsverhältnis des Betons beträgt: ein Teil Zement, zwei Teile Mainsand und zwei Teile Basaltgrus. Die Innenseite des Troges hat einen 1,5 cm dicken Glattstrich, bestehend aus einem Teil Zement mit zwei Teilen Mainsand, erhalten. Um weiterhin

das Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern, ist der Beton, soweit er mit Schotter in Berührung kommt, mit einer doppelten Lage Tektolithplatten überklebt. Der Tektolithbelag ist mit 1 mm starken, mit heifsem, präparierten Steinkohlenteer gestrichenen Blechtafeln bekleidet, damit durch den Druck von Schottersteinen keine Beschädigungen eintreten können. Die so hergestellte Fahrbahntafel erstreckt sich über die ganze Länge der drei Fachwerküberbauten jedes der beiden Gleise. Zusammenfallend mit den Pfeilermitten sind zwei gut überdeckte, über den ganzen Querschnitt des Troges geführte Ausdehnungsfugen angeordnet (Abb. 5f). Die Übergänge zu den gewölbten Brücken sind in ähnlicher Weise ausgebildet (Abb. 5g). Die in der Doppelbahnachse liegende Trennungsfuge der Tröge der beiden Überbauten wurde federnd mit verzinktem Eisenblech überdeckt. Eine auf die Breite beider Gleise durchgehende Bettung war nicht benötigt.

Die Entwässerung der Trogabschnitte erfolgt für jede der drei Öffnungen gesondert. Gegen die Pfeiler zu sind die Böden der Fahrbahntafeln entsprechend vertieft ausgeführt. Das hier zusammenfliefsende Wasser findet durch runde, mit gufseisernen, durchlochten Hauben überdeckte und mit gufseisernen Rohrstutzen ausgekleidete Öffnungen vermittels eisenverzinkter Abfallrohre seinen Weg zum Pfeiler und Boden.

Die beiderseitigen Fufswege der Brücke sind mit Riffelblechen abgedeckt und mit Konsolen an den vorkragenden Querträgerenden befestigt. Die Geländer sind aus Winkeleisen gebildet und mit einem engmaschigen Netz aus 2 mm dickem Draht abgeschlossen, um das Herabfallen von Schottersteinen und anderen Gegenständen zu verhindern. Unabhängig von der steifen Fahrbahntafel sind die beiden Hauptträger jedes Überbaues in den Ebenen der oberen und unteren Gurtung mit schuppenförmig ausgebildeten Windverspannungen und zwischen den Pfosten und Endquerrahmen mit ebenso ausgebildeten vertikalen Aussteifungen versehen.

Die Brücke, für den Lastenzug N berechnet, dürfte mit der Ausbildung der Fahrbahntafel als Eisenbetontrog für durchlaufendes Schotterbett auf Fachwerkträgern in Deutschland als erste Ausführung zu gelten haben. Sie hat zu Beanstandungen bisher keine Veranlassung gegeben. Man wird bei Fachwerkbrücken und in ähnlicher Art bei gröfseren Blechträgerbrücken die dichte Fahrbahndecke, die zugleich die Durchführung der Gleisbettung für den Regeloberbau ermöglicht, nur in besonderen Fällen anwenden, nämlich wenn die Brücken in Bahnhöfen liegen oder über bewohnte Häuser und über viel begangene oder befahrene Wege führen. Wenn hinreichende Bauhöhe verfügbar ist, dürfte die Ausführung der Fahrbahntafel in der beschriebenen Weise anderen Ausführungen vorzuziehen sein, da bei ihr die angestrebten Vorteile zu erreichen sind, ohne dafs wichtige Teile der Hauptträger der jederzeitigen Besichtigung und sachgemäfsen Unterhaltung entzogen werden. Die Ausführung der Fahrbahntafel in Eisenbeton dürfte auch wegen ihrer Dichtheit und Dauerhaftigkeit anderen Ausführungen vorzuziehen sein.

# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

## Lokomotiven und Wagen.

### Stand des amerikanischen Fahrzeugbaus im Jahr 1924.

Die Entwicklung des Fahrzeugbaus in Nordamerika ist in den letzten 25 Jahren auffallend grofs gewesen. Vor 40 Jahren noch waren die amerikanischen Lokomotiven wesentlich leichter als in Europa und im Wagenbau wurde fast ausschliefslich Holz verwendet. Von der Jahrhundertwende an sehen wir aber die Lokomotiven immer schwerer werden und ihre Achsdrücke zuletzt bis auf mehr als 30 t anwachsen. Zu gleicher Zeit beginnt im Wagenbau das Eisen eine Rolle zu spielen und heute werden fast nur noch eiserne Wagen gebaut. Diese Entwicklung ist auch für Europa bemerkenswert, weil sich hier seit dem Ende des Kriegs ähnliche Bestrebungen zeigen. Die Vergröfserung der Achsbelastungen in Deutschland ist bekannt; angestrebt wird sie auch von anderen Bahnen. Im Lokomotivbau ist aber auch eine Menge von Einzelformen übernommen worden, so vor allem der Barrenrahmen und die breite Feuerbüchse in Deutschland, die Vorliebe für Bisselachsen und neuerdings auch die vermehrte Verwendung der Zwillingswirkung in Frankreich. Andererseits haben allerdings auch die Amerikaner in Europa Anleihen gemacht: es sei hier vor allem an die Einführung der Überhitzung, der Vorwärmung des Speisewassers durch Oberflächenniederschlag und in der letzten Zeit an die Drillingsanordnung erinnert. Im Bau eiserner Personenwagen hat Deutschland unter Ausnützung der amerikanischen Erfahrungen Neues geschaffen und ist in Europa richtunggebend geworden; auch in Frankreich werden Versuche damit gemacht. Vor allem aber ist im Personenwagenbau das amerikanische Drehgestell zu nennen, das unter diesem Namen bei der Mehrzahl der grofsen europäischen Bahnverwaltungen eingeführt ist. Der amerikanische Grofsgüterwagen begegnet uns, wenn auch leichter, als Kriegsware auf französischen und polnischen Bahnen und in neuer, verbesserter Form bei der deutschen Reichsbahn. Versuche zur Einführung einer brauchbaren, selbsttätigen Mittelpufferkupplung, wie sie in Amerika etwa seit 20 Jahren im Gebrauch ist, sind allerdings bisher in Europa gescheitert, weniger vielleicht aus Mangel an einer brauchbaren Bauart, als vielmehr infolge der staatlichen Zerrissenheit unseres Erdteils.

Das Jahr 1924 hat im amerikanischen Lokomotivbau vor allem eine vermehrte Anwendung der 1923 eingeführten Drillingsanordnung gebracht. Nachdem die Versuche mit den ersten Lokomotiven befriedigt hatten, sind von acht Bahngesellschaften insgesamt über 40 Dreizylinderlokomotiven in Auftrag gegeben worden. Aufser verschiedenen 2C1, 1D1 und 2D1-Typen sind dabei besonders bemerkenswert 10 Stück D-Verschiebelokomotiven und 16 Stück 2E1-Güterzuglokomotiven. Beide wurden von der Amerikanischen Lokomotivgesellschaft geliefert, die sich auch bisher allein mit dem Bau der Dreizylinderlokomotiven befafst hat. Die 111 t schwere D-Lokomotive, für die New York, New Haven und Hartford Bahn bestimmt, hat Zylinder von 559 mm Durchmesser und 711 mm Hub. Sie ist, wie in Amerika bei den Verschiebelokomotiven üblich, mit Schlepptender gebaut, der in Vanderbilt-Form auf nicht weniger als sechs Achsen ruht und mit einem geschätzten Wasservorrat von 50 bis 60 cbm selbst für amerikanische Verhältnisse grofs, für eine Verschiebelokomotive aber etwas merkwürdig scheint. Die 2E1-Lokomotive ist für die Southern Pacific Bahn bestimmt und wiegt ohne Tender 198 t. Der Innen- und die Aufsenzylinder haben je 635 mm Durchmesser und 711 bzw. 813 mm Hub. Von Versuchen mit Turbolokomotiven, die in Europa bei der Verbesserung der Dampflokomotive eine grofse Rolle spielen, hat man bisher in Amerika noch kaum etwas erfahren. Dagegen ist man dort der Hochdrucklokomotive näher getreten. Die Lokomotive selbst, die für einen Dampfdruck von 24,6 at gebaut ist, wird im Organ demnächst besprochen werden. Von den Versuchen ist bisher Näheres noch nicht in die Öffentlichkeit gedrungen. Man erfährt nur, dafs sich Anstände nicht ergeben und dafs vor allem die Stopfbuchsen und ähnliche, dem hochgespannten Dampf ausgesetzte Teile sich sehr gut gehalten hätten.

Bemerkenswert ist auch vor allem im Hinblick auf die derzeitige Einführung der elektrischen Zugbeleuchtung bei vielen europäischen Bahnen, dafs in Amerika nicht nur die Wagen ausschliefslich, sondern auch fast alle Lokomotiven jetzt mit elektrischer Beleuchtung ausgerüstet sind. Man trifft dort auf den Hauptlinien kaum noch Lokomotiven mit Ölbeleuchtung. Der Strom für diese Lokomotivbeleuchtung wird durch einen Turbogenerator auf der Lokomotive erzeugt. Dabei sind nicht nur Kopflaternen und Führerhausbeleuchtung vorgesehen, sondern auch die wichtigsten Triebwerksteile der Lokomotive können durch entsprechend angeordnete Glühlampen beleuchtet und ohne Zuhilfenahme von Handlaternen mühelos nachgesehen werden. Dieses Verfahren wird vor allem bei Lokomotiven mit Innentriebwerken sehr wertvoll sein, hat aber bisher in Europa nur wenig Nachahmung gefunden. Es erscheint dies doppelt befremdend im Hinblick darauf, dafs z. B. die Auto-

mobilindustrie es verstanden hat, sich innerhalb weniger Jahre ganz auf die elektrische Beleuchtung umzustellen.

Weiter hat das Jahr 1924 für Amerika die erste Dieselelektrische Lokomotive gebracht, über die hier ebenfalls schon berichtet wurde*). Nach den bisher vorliegenden spärlichen Angaben, die aufserdem wie die meisten derartigen amerikanischen Berichte fürs erste mit Vorsicht aufzunehmen sind, soll diese Lokomotive sich als sehr brauchbar erwiesen haben, so dafs man daran denkt, eine ähnliche mit gröfseren Abmessungen zu bauen.

Eine besondere Rolle spielen auch in Amerika neuerdings die Verbrennungstriebwagen. Vom einfachen auf Schienen gesetzten Automobil haben sie sich in den letzten Jahren allmählich zu vollwertigen Schienenfahrzeugen entwickelt. Zuerst wurde die Vorderachse, später auch noch die Hinterachse durch je ein Drehgestell ersetzt. Der Motor mit Zubehör lag bis vor kurzem, wie bei den Strafsenfahrzeugen, auf der einen Stirnseite des Wagens; neuerdings geht man nun, um Platz zu gewinnen, vielfach dazu über, die Maschine unter den Fufsboden des Wagens zu legen. Zugleich wird dieselbe wesentlich kräftiger gebaut, da die bisherigen schwach gebauten und daher stark beanspruchten Motoren viele Unterhaltungskosten verursacht haben. Die Edwards Motor Car Company ist sogar noch weiter gegangen und hat im vergangenen Jahr einen Wagen fertiggestellt, bei welchem in jedem Drehgestell ein besonderer Motor mit mechanischer Übertragung der Arbeit auf die Achsen vorgesehen ist. Einen andern Wagen, mit elektrischer Kraftübertragung, hat die General Electric Company gebaut. Er hat eine Verbrennungsmaschine von 175 PS Leistung, die unmittelbar mit einem Gleichstromerzeuger von 110 Kw Leistung und 700 V Spannung gekuppelt ist. Zum Antrieb dienen zwei Bahnmotoren in dem zweiachsigen Trieb-Drehgestell. Bei solch kräftigen Maschinenanlagen braucht dann das Gewicht nicht mehr allzu ängstlich niedrig gehalten zu werden. Die neuen Wagen sind daher im Gegensatz zu früher kräftig gebaut; insbesondere sind die Drehgestelle ganz in der auch sonst bei Eisenbahnfahrzeugen üblichen Art durchgebildet, so dafs die Wagen nunmehr auch auf Hauptstrecken Verwendung finden und mit gröfserer Geschwindigkeit fahren können.

Im Personenwagenbau hat das Jahr 1924, was den grundsätzlichen Aufbau betrifft, keine Neuerungen gebracht. Man hat sich hier damit begnügt, die Inneneinrichtung geschmackvoller und, wo erforderlich, zweckmäfsiger zu gestalten. Im Vorortverkehr ist man dazu übergegangen, in der Breite der Wagen sechs an Stelle der bisherigen vier Sitzplätze anzuordnen, um das Fassungsvermögen zu erhöhen. Bei den breiten amerikanischen Wagen scheint diese Einteilung schon möglich, während sie in Deutschland, wo sie teilweise sogar in der 3. Klasse zu finden ist, meist nur unbequeme Sitzgelegenheiten zuläfst. Von der Pullman-Gesellschaft berichten die Quellen, dafs sie im Sinn der oben erwähnten Verbesserung der Inneneinrichtung bei ihren Saalwagen sich von dem überflüssigen Schnörkelwerk der vergangenen Jahrzehnte abwendet und einfache Linien und Formen bevorzugt. Das Gleiche ist ja glücklicherweise seit einiger Zeit auch schon in Europa zu beobachten, wo ebenfalls früher in der Ausstattung vor allem der Polsterwagen ein Stil zu finden war, der mit seinen Einlegearbeiten, bedruckten Wand- und Deckenbekleidungen sowie den vielfach gewundenen Kleiderhaken und ähnlichem Beiwerk keinen feineren Geschmack verriet und für ein Fahrzeug, das dem Rauch und Staub sowie der rauhen Behandlung von Tausenden von Reisenden ausgesetzt ist, in keiner Weise entsprach. An Einzelheiten ist noch zu erwähnen, dafs die Southern-Bahn versucht hat, die Lüftung der Wagen durch Einbau elektrisch betriebener Ventilatoren zu verbessern und dafs neuerdings auch dem leichten Öffnen und Schliefsen der Fenster mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird. Bisher war der Reisende vielfach gezwungen, zum Bewegen der nach oben sich öffnenden und schwer gangbaren Fenster die Wagenbedienung herbeizuziehen, was als grofser Mifsstand empfunden wurde.

* Organ 1925, S. 37.

Im Güterwagenbau sollte zunächst für sämtliche Bahnen ein geschlossener Regelwagen eingeführt werden. Die Entwürfe, für deren Annahme eine Zweidrittelmehrheit im Technischen Ausschufs der amerikanischen Bahnverwaltungen erforderlich ist, waren diesem schon 1923 vorgelegt worden. Seitdem wurden sie verschiedenemale umgearbeitet, ohne dass sie indessen schon angenommen worden wären. Dennoch zeigt sich ein Einflufs dieser Vereinheitlichungsbestrebungen. Einige wenige Bahnen haben diesen Entwurf bereits angenommen, andere wieder ihn wenigstens als Richtlinien für ihre Beschaffungen im Jahr 1924 gewählt. Zudem ist noch eine Anzahl von Einzelteilen genormt worden. Die Verwendung von Stahlgufs wird immer häufiger. Drehgestelle werden teilweise aus einem Stück gegossen; die Commonwealth Steel Company hat sogar einen derartigen, aus einem Stück bestehenden Lokomotivrahmen auf den Markt gebracht. Derartige Rahmen betrachtet man aber trotz ihrer Einfachheit selbst in Amerika noch mit Mifstrauen. Sie dürften einerseits schwerer ausfallen als die seitherigen Bauarten und andererseits sind sie bei gröfseren Unfällen nicht mehr so leicht wegzuräumen wie solche, die sich leicht zerlegen lassen.

Im ganzen hat das Jahr 1924 demnach dem amerikanischen Eisenbahnwesen nicht allzu viel wirklich Neues gebracht. Aber es ist allgemein eine planmäfsige, kräftige Weiterentwicklung vorhandener oder übernommener Bauformen festzustellen, die der amerikanischen Technik überhaupt näherliegt als das Suchen nach völlig neuen Wegen.

Dannecker.

### 2 E 1 - h 3 Personenzuglokomotive der Süd-Pacific-Bahn.

Zur Beförderung schwerer Personen- und Güterzüge auf Steigungen von 22‰ liefs die Süd-Pacific-Bahn 16 Stück 2 E 1-Dreizylinder-Lokomotiven mit Zusatzmaschine auf der hinteren Laufachse bei der American Locomotive Company bauen. Die Hauptabmessungen sind folgende:

| | | |
|---|---|---|
| Triebwerk, aufsen | | 2 × 635/813 /1613 |
| „ innen | | 1 × 635/711 |
| Achsstand | | 13792 mm |
| Achsstand mit Tender | | 26574 „ |
| Gesamtlänge über Puffer | | 30784 „ |
| Rostfläche 320 × 2597 mm = | | 8,33 qm |
| Kesseldruck | | 15,7 at |
| Heizfläche, Feuerbüchse | 36,2 qm | |
| „ Heizrohre | 334,4 „ | |
| „ Rauchrohre | 156,7 „ | |
| „ Überhitzerrohre | 139,3 „ | |
| „ gesamt | | 666,6 qm |
| Reibungsgewicht | | 143,0 t |
| Dienstgewicht | | 200,5 t |
| Zugkraft (0.85) | | 37870 kg |
| „ mit Zusatzmaschine | | 43310 „ |
| Tender, Inhalt: 45,8 cbm Wasser, 15,1 cbm Öl, | | |
| „ Dienstgewicht | | 110 t |

M.

## Elektrische Bahnen; besondere Eisenbahnarten.

### Wechselstromlokomotiven mit Umformer und Gleichstrommotoren der New York, New Haven & Hartford-Bahn. (1 B + B 1 und B + B.)

(Railway Age 1924, 2. Halbj. Nr. 16.)

Die Bahn hat 7 Wechselstromlokomotiven einer neuen Bauart beschafft. Von diesen sind 5 der Bauart 1 B + B 1 für Güterzugdienst und 2 der Bauart B + B für Verschubdienst bestimmt.

Die Lokomotiven entnahmen aus der Fahrleitung Einphasen-Wechselstrom von 11000 V Spannung und 25 Perioden. Dieser Wechselstrom wird durch einen Haupt-Transformator auf 2300 V abgespannt und zum Antrieb eines Einphasen-Synchronmotors verwendet, der unmittelbar mit einem Gleichstromgenerator gekuppelt ist. Der Gleichstromgenerator liefert den Strom für die Antriebsmotoren der Lokomotive; er ist für veränderliche Felderregung gebaut. Die Geschwindigkeitsregelung der Lokomotive erfolgt durch Beeinflussung der Felderregung des Gleichstromgenerators. Als Triebmotoren dienen Gleichstrom-Hauptstrommotoren, die über ein elastisches Getriebe (zum Abfangen von Stöfsen) auf die Triebachsen wirken.

Die Schutzvorrichtungen wurden mit besonderer Sorgfalt ausgebildet. Zwischen Stromabnehmer und dem Haupttransformator ist ein Höchststrom-Zeitschalter eingebaut. Zwischen Gleichstromgenerator und Motoren sind Einzel-Stromkreisschalter und ein Höchstgeschwindigkeitsschalter eingeschaltet, der sowohl die Motoren wie den Gleichstromgenerator vor übermäfsiger Beanspruchung schützt.

Die Regelung des Generators durch Beeinflussung der Feldstärke ergibt in Verbindung mit den Eigenschaften des Motorgenerators eine Lokomotive, die aufserordentlich anpassungsfähig an alle Betriebsbedingungen ist. Sie erlaubt mit einem Leistungsfaktor gleich 1 zu arbeiten und kann sogar noch durch Lieferung eines wattlosen Stromes in das Leitungsnetz, insbesondere bei geringerer Leistung der

Lokomotive, zur Verbesserung des Leistungsfaktors im ganzen Leitungsnetz beitragen. Pfl.

**Elektrische Probelokomotiven für die Norwegische Staatsbahn.**
(Schweizer Bauzeitung, Bd. 84, Nr. 23.)

Die Norsk Elektrisk & Brown-Boveri A. G. in Kristiania liefert demnächst wohl die zwei schwersten und leistungsfähigsten Einphasenlokomotiven, die in Europa gebaut wurden, an die Ofotenbahn ab. Diese etwa 40 km lange, an die schwedische Reichsgrenzenbahn anschliefsende Strecke hat eine ununterbrochene Steigung bis zu 17,3‰.

Die beiden Lokomotiven haben: Dienstgewicht 135 t, Reibungsgewicht 103 t, Achsanordnung 1 C-C 1, Länge über Puffer 19,27 m, Anfahrzugkraft bei 8‰ Steigung bei 2000 t Zuggewicht 30 t, entsprechende Lok.-Leistung 3000 PS.

Der dreiteilige Lokomotivkasten ruht auf zwei Drehgestellen; das Mittelstück enthält den Abspanner und Stufenschalter, die Aufsenkasten tragen die Luftverdichter, einen Phasenumformer und die Bedienungsteile. In die Drehgestellrahmen sind je zwei 14-polige Einphasenmotoren mit einer Dauerleistung von je 423 kW bei 550 Umlf./Min. und einer Stundenleistung von je 515 kW bei 520 Umlf./Min. eingebaut. Bei Talfahrt wird durch Reihenschaltung je zweier Felder mit der Sekundärwicklung des Phasenumformers, die einen um 90° verschobenen Strom führt, bis zu 250 kW je Motor zurückgewonnen, entsprechend einer Abbremsung von 209 t auf 40 km/Std. bei 16‰ Gefälle. Diese Schaltung erfolgt durch eine Betätigung und kann in mehreren Stufen verändert werden; bei Aussetzen des mechanischen Antriebs arbeiten die Motoren ohne Umschaltung, wenn auch nicht mit voller Leistungsfähigkeit weiter: der auftretende Leistungsfaktor soll sehr gut sein. St.

# Bücherbesprechungen.

**„Die Eisenbahn im Bild“**, herausgegeben von John Fuhlberg-Horst, Verlag Dieck u. Co., Stuttgart.

Die Technik zieht in unseren Tagen immer mehr die Augen der Allgemeinheit auf sich. Sie beherrscht ja unser ganzes Wirtschaftsleben, ja unsere Kultur überhaupt: Neuerungen auf technischem Gebiet werden in der jüngsten Zeit daher auch in Wort und Bild sogar von den Tageszeitungen gebracht. Ganz besonders ist es aber die Eisenbahntechnik, die dem Interesse weitester Kreise begegnet. Und es ist nicht nur das rein technische, verstandsmäfsige Interesse, das hier spricht, es ist vor allem der hohe ästhetische Gehalt, die Bezwingung der Natur in ihren Widerständen und Hindernissen, die sie dem Menschen bei Überwindung der Entfernungen entgegenstellt. Dem Bedürfnis nach Befriedigung der in solcher Richtung liegenden Wünsche kommt die vorliegende Bilderreihe in durchaus entsprechender Weise entgegen. Nach einer kurzen, klaren Einführung wird eine Fülle interessanter Bilder in vorzüglicher Ausführung auf Kunstdruckpapier geboten. Nicht nur Erwachsene werden die Bilder mit grofsem Genufs betrachten, auch der Jugend wird man mit diesem Buch eine besondere Freude machen.

Bis jetzt sind 2 der 4 diese Reihe bildenden Bücher erschienen. Das 1. Buch enthält über 200 Eisenbahnbilder aus der Heimat und Ferne, Brücken aller Erdteile, Bahnhöfe des Nordens, Ostens, Südens und Westens, Strecken aus der Ebene, dem Hügelland und dem Hochgebirge, Tunnels und Trajekte, sowie Bahnbau in aller Welt.

Der 2. Band ist den Lokomotiven gewidmet und zeigt in 170 Bildern nicht nur die modernsten und vollkommensten Zeugen einer rastlos arbeitenden Technik, sondern auch die Urahnen und Zwischenglieder, aus denen sie allmählich entstanden sind.

Jeder Band kostet 4,50 ℳ steif broschiert, in Halbleinen gebunden 6 ℳ und ist einzeln käuflich.

**Taylor/Gilbreth/Ford.** Gegenwartsfragen der amerikanischen und europäischen Arbeitswissenschaft. Von J. M. Witte. 78 Seiten. 1924. München, R. Oldenbourg. Brosch. ℳ 1.80.

Die deutsche und darüber hinausgehend die europäische Arbeitswissenschaft ist an einem Scheideweg angelangt. Sie mufs sich einmal auf völlig objektiver Grundlage klar darüber werden, ob die amerikanischen Verfahren wirklich das Heil der Welt bedeuten, ob ihre Übernahme die gleichen Ergebnisse in Europa erzielen werden, wo die Arbeitsbedingungen und die Menschen doch so gänzlich anders geartet sind.

Der Klärung dieser Fragen, die heute brennender denn je sind, ist die vorliegende Schrift gewidmet.

Nicht in theoretischen und langatmigen Erörterungen, sondern an Hand eines umfangreichen Tatsachenmaterials aus beiden Erdteilen werden in sachlicher Weise die kulturellen und wirtschaftlichen Gegensätze zwischen hüben und drüben, der Stand der Arbeitswissenschaft und das Wesentliche des Fordsytems erläutert. Die für Europa heute wichtigsten Fragen von Arbeitszeit und Arbeitslohn werden ebenfalls von amerikanischem und deutschem Standpunkt aus behandelt unter vollster Berücksichtigung der bei einer generellen Lösung der Frage bestehenden Schwierigkeiten.

Die vorliegende Untersuchung kommt zu dem Schlufs, dafs die deutsche und europäische Arbeitswissenschaft von drüben wohl lernen kann, dafs sie aber ihren eigenen Weg gehen mufs. Vor einem blinden und bedingungslosen Übernehmen amerikanischer Verfahren kann nicht genug gewarnt werden.

Jeder an dieser Frage Interessierte, und das sind nicht nur die Betriebsingenieure, die Volkswirte, Organisatoren, sondern die weitesten Schichten der werktätigen Bevölkerung, mufs diese Schrift lesen, die ihm gänzlich neue Einblicke in das Problem gibt; Taylor- und Fordsystem für Europa?

Weiterhin ist der Schriftleitung zugegangen:

**Gesetze über die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft** (Reichsbahngesetz) und über die Personalverhältnisse bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. Verlag von Julius Springer, Berlin. geh. 2 ℳ.

**Korrosion und Rostschutz,** herausgegeben vom Ausschufs für wirtschaftliche Fertigung (AWF) beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit. Beuth. Verlag, G. m. b. H., Berlin, 1 ℳ.

# Verschiedenes.

Der Verein deutscher Ingenieure veranstaltet im September d. J. eine Güterumschlagverkehrswoche. Diese technisch-wissenschaftliche Fachtagung wird über die unmittelbar beteiligten Fachkreise hinaus, ebenso wie die im September des vergangenen Jahres veranstaltete Eisenbahntechnische Tagung, für die sämtlichen an der neuzeitlichen Gestaltung des Güterverkehrswesens interessierten Wirtschaftskreise von besonderer Bedeutung sein.

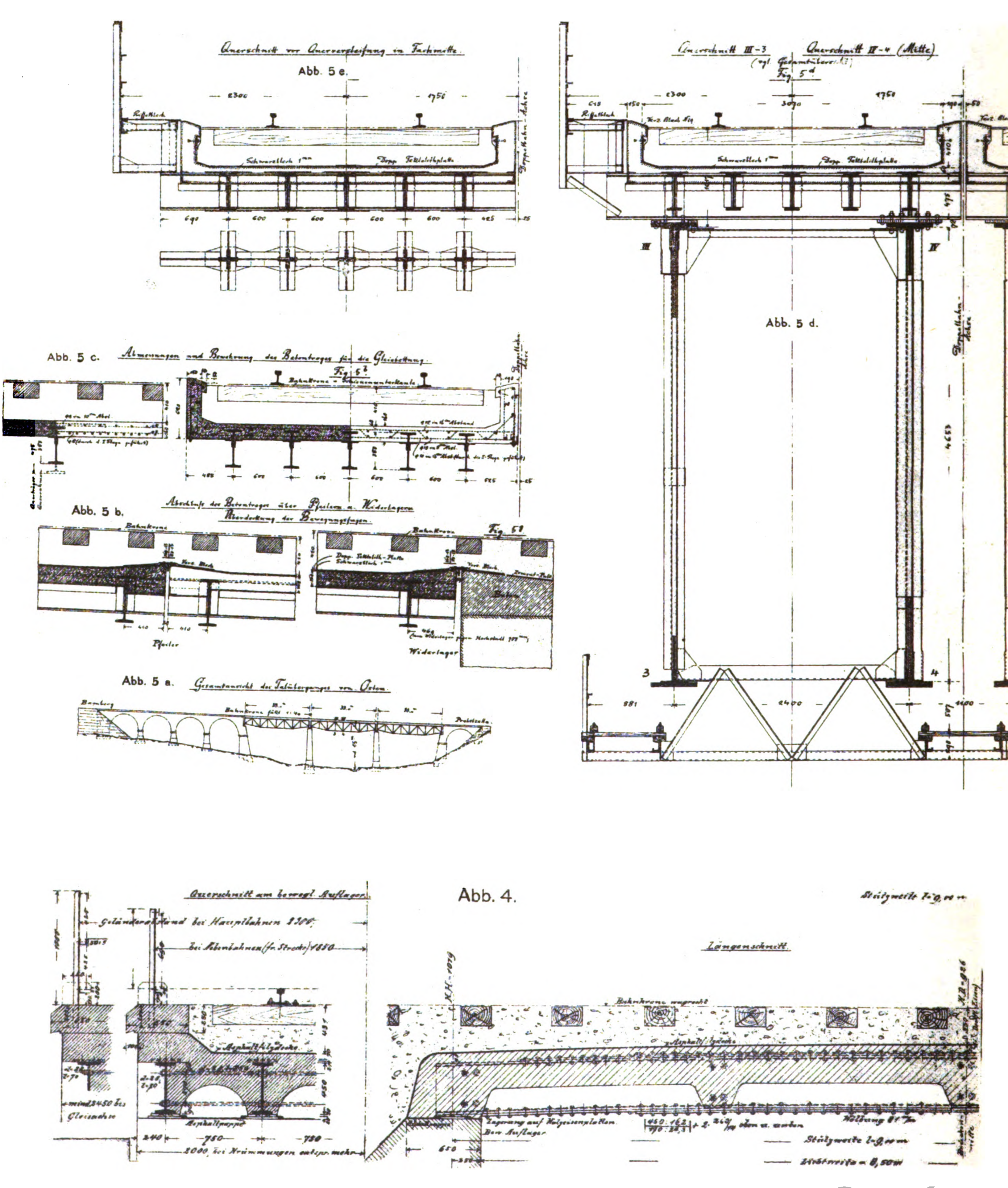
Der technischen Entwicklung im Güterumschlagverkehrswesen sind grofse Aufgaben zugewiesen. Von besonderer Wichtigkeit ist eine verständnisvolle Zusammenarbeit zur Auswertung technischer Möglichkeiten für alle an dem Güterumschlagverkehr beteiligten Kreise der Eisenbahn, Strafsen- und Kleinbahnen, der Schiffahrt und des Kraftverkehrs. Die Steigerung der Wirtschaftlichkeit im Güterumschlagverkehr besitzt aber auch für den Verbraucher wie für die staatliche und kommunale Verwaltung besondere Bedeutung. Der Verein deutscher Ingenieure hat es übernommen, alle diese Kreise durch eine wissenschaftliche Tagung zusammenzuführen zur Erörterung der wichtigen Fragen in Berichten und eingehenden Aussprachen. Er folgt damit vielfachen Anregungen, die bereits während der Eisenbahntechnischen Tagung im September 1924 ergingen, die technischen Probleme des Güterumschlags ebenso zu behandeln, wie dies für die allgemeinen Probleme des Eisenbahnwesens auf der Eisenbahntechnischen Tagung geschehen ist. Berichte führender Persönlichkeiten werden im Kreise berufener Fachmänner Anregung zur Aussprache und zu weiterer technischer Entwicklung geben.

Die Verhandlungen finden vom Montag, den 21. September bis Donnerstag, den 24. September 1925 in Düsseldorf, am Freitag, den 25. September und Sonnabend, den 26. September 1925 in Köln statt. Der erste Tag ist insbesondere den Fragen des Stückgutverkehrs, der zweite Tag, den Fragen des Massengüterverkehrs gewidmet. Mittwoch, den 23. September, findet eine Rheinfahrt mit Besichtigung des Duisburg-Ruhrorter Hafens statt. Am Donnerstag, den 24. September, wird eine Reihe von Berichten sich mit den Aufgaben der neuzeitlichen Technik in der Güterverkehrswirtschaft und für die einzelnen Verkehrsmittel befassen. Am Freitag, den 25. September, werden die Fragen des Transports, der Lagerung und Speicherung von Kohle, sowie die bemerkenswertesten neuzeitlichen Hafenanlagen erörtert. Der letzte Tag, Sonnabend, den 26. September, wird der Einwirkung technischer Entwicklung auf die Tarifgestaltung gewidmet sein.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.



## Abb. 5. Bahnbrücke über das Trogenbachtal bei Ludwigsstadt. (Mai 47, 206, Bamberg-Probstzella)



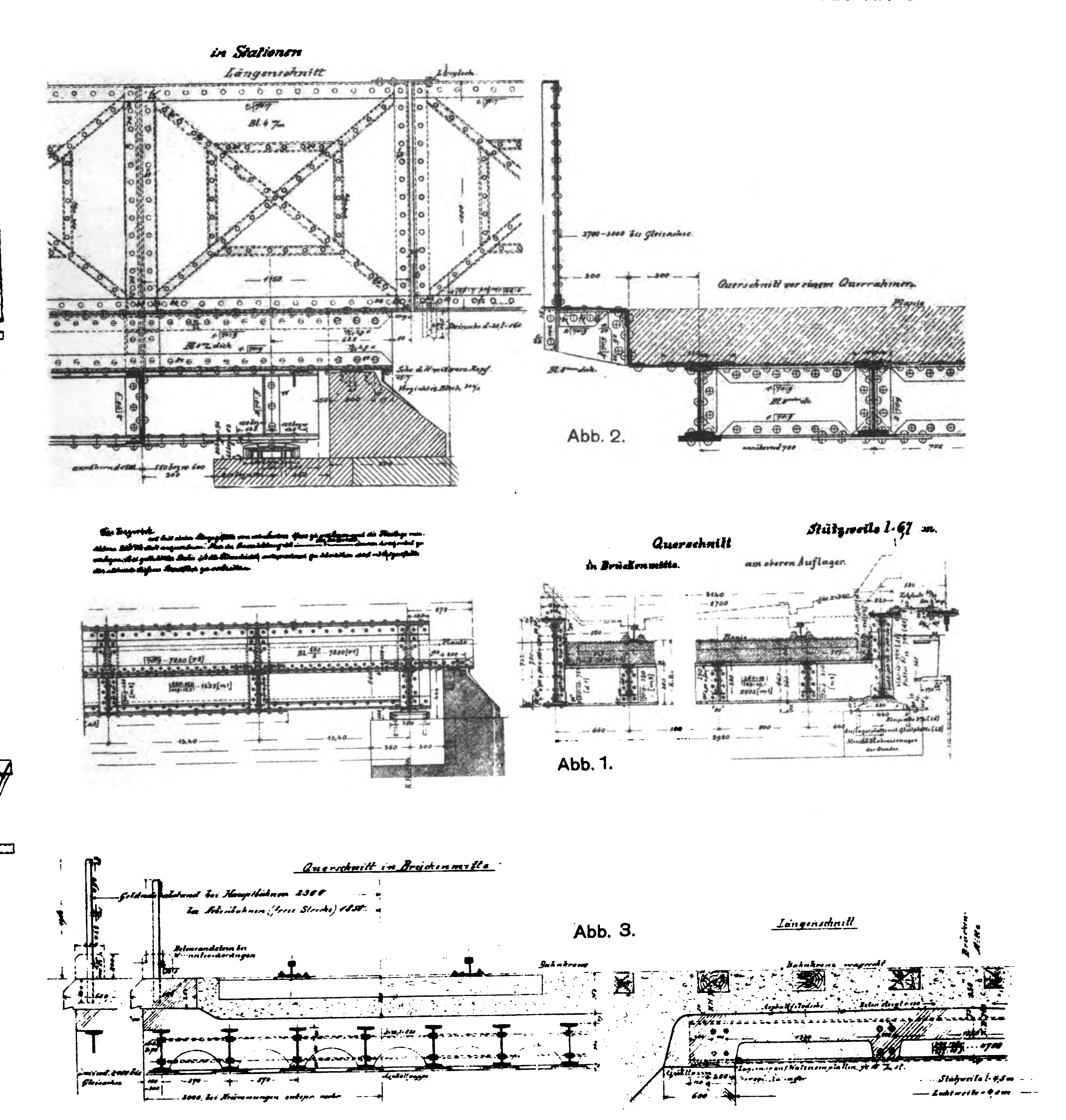



Abb. 1—5 zum Aufsatz: „Durchlaufende Gleisbettung auf eisernen Eisenbahnbrücken der vorm. Bayerischen Staatsbahnen.

C. W. Kreidel's Verlag, München.

# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

80. Jahrgang | 15. Juli 1925 | Heft 13

## Preiserteilung.

Der Preisausschufs des Vereins hat von den auf unser Preisausschreiben vom August 1922 eingegangenen Bewerbungen folgende mit einem Preise bedacht:

1. Eisenbetonrost, Eisenbahnamtmann Josef Meirhofer, München . . . . . . . . . . . . 2000 RM.
2. Siederohr-Schweifsmaschine, Werkstätten-Vorsteher Korb, Leipzig . . . . . . . . . 1500 „
3. Entwicklung des Kupferschweifsverfahrens, Oberregierungsbaurat Weese, Magdeburg/Buckau . 1500 „
4. Lokomotivauswaschanlage, Oberregierungsbaurat Borghaus, Frankfurt (Main) . . . . . 1500 „
5. Wechselstromfernschreib- und Anschaltfernsprecheinrichtung, Hofrat, Ingenieur Nouackh, Wien 4000 „
6. Haftpflichtgesetz, Rechtsanwalt Dr. Franz Seligsohn, Berlin . . . . . . . . . . . 1590 „
7. Die Grundlagen des Gleisbaues, Geh. Baurat a. D. K. Bräuning, Potsdam . . . . . . 4000 „
8. Städtebau, II. Teil, Eisenbahnwesen, Prof. Dr. Ing. Blum, Hannover . . . . . . . . . 3000 „
9. Die selbsttätige Signalanlage der Berliner Hoch- und Untergrundbahn nebst einigen Vorläufern, Geh. Baurat Dr. Kemmann, Berlin . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 3000 „
10. Neuzeitliche Betriebsführung in der Lokomotivkesselausbesserung, Regierungsbaurat L. Sussmann, Frankfurt (Main) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1500 „

Berlin, im Juni 1925.

**Die Geschäftsführende Verwaltung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen.**

## Überblick über die Deutsche Verkehrsausstellung in München.

Am 30. Mai 1925 wurde die Deutsche Verkehrsausstellung in München eröffnet. Sie benützt die in den Anlagen auf der Theresienhöhe hinter dem Standbild der Bavaria im Jahre 1908 geschaffenen Ausstellungshallen. Aufser diesen wurde aber noch eine Anzahl weiterer Bauten mit fast dem gleichen Flächenraum errichtet. Vor allem wurde dem vorhandenen Gelände an der Südseite ein grofser Ausstellungsbahnhof mit 40000 qm Grundfläche, worin sich eine 6000 qm grofse seitlich offene Halle mit vier Gleisen von je 200 m Länge für die Aufstellung von Eisenbahnfahrzeugen erhebt, hinzugefügt, so dafs es möglich ist, die Fahrzeuge auch bei ungünstigem Wetter unbeeinträchtigt zu besichtigen. Die Anordnung und die geschmackvollen äufseren Formen der Hauptausstellungsgebäude sind ja weiten Kreisen von den mannigfachen, früher schon abgehaltenen Ausstellungen her — erstmals die Ausstellung der Stadt München 1908, letztmals die Deutsche Gewerbeschau 1922 — bekannt. Ebenso wird jedem Besucher der feine natürliche Rahmen der prächtigen Parkanlagen, in die die Ausstellung eingebettet ist, und die dem Auge eine so wohltuende Abwechslung bieten, ein erfreulicher Eindruck sein.

Im folgenden wollen wir einen kurzen Überblick über die Ausstellung bieten. Die wichtigen Gruppen sollen späteren eingehenderen Aufsätzen vorbehalten sein.

Die Ausstellung umfafst nicht nur das Eisenbahnwesen, wie die Seddiner Ausstellung, sondern sie will den Verkehr in seiner Gesamtheit darstellen. Für Kultur und Wirtschaft ist ja der Verkehr eine Einheit, und auch der schaffende Eisenbahnfachmann darf die neben der Eisenbahn laufenden Fäden mit ihren mannigfachen Berührungspunkten nicht aufser Acht lassen. Man denke an das Kraftfahrwesen und an die jetzt schon ein grofses unsichtbares Netz bildenden Luftverkehrslinien, mit deren Pfeilgeschwindigkeit sich die mühsam über Berg und Tal ziehende Schienenbahn wohl niemals wird messen können. Selbstverständlich bildet die Eisenbahn den stärksten Strang des Verkehrs und nimmt demgemäfs auf der Ausstellung auch den breitesten Raum ein. Betont mufs werden, dafs die Ausstellung sich nicht ausschliefslich an den Fachmann wendet, sondern weiten Kreisen den Stand des modernen Verkehrswesens und seine wirtschaftliche Bedeutung vor Augen führen will. Gleichzeitig gibt sie damit aber auch Zeugnis von der Leistungsfähigkeit der deutschen Industrie. Damit soll nicht gesagt sein, dafs der Fachmann, der sich für Spezialgebiete interessiert, für eingehenderes Studium nicht eine reiche Fülle von Material über die Fortschritte seines engeren Gebietes und über neuzeitliche Hilfsmittel hierfür findet.

Die Ausstellung ist nicht auf die Grenzen des Deutschen Reiches beschränkt. Erfreulicherweise hat sich auch unser Nachbar- und Bruderland Deutsch-Österreich in hervorragender Weise auf den verschiedenen Gebieten des Eisenbahnwesens beteiligt. Die Ausstellung der Österreichischen Bundesbahnen bildet eine eigene Gruppe des Abschnitts »Bahnverkehr«.

Die allgemeine Anordnung der Gebäude, die in 11 Haupthallen von 35000 qm Fläche die folgenden Hauptabschnitte umfafst, ist in umstehendem Plan wiedergegeben.

1. Eisenbahnverkehr, Halle 1 und 1a, 10 und 11.
2. Wasserverkehr, Halle 2.
3. Postverkehr, Halle 3, 4, 5.
4. Strafsenverkehr, Kraftfahrwesen, Halle 5a, 6, 8 und 9.
5. Luftverkehr, Halle 7 und 7a.

Unternimmt man einen Rundgang, so beginnt man zunächst mit Halle 1, dem Bahnverkehr. Hier wird man in die verschiedenen Arbeitsgebiete einer neuzeitlichen Eisenbahnverwaltung, vor allem der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, eingeführt. Zuerst geben bildliche Darstellungen aus dem Gebiet der Verwaltung der Reichsbahn Umfang und Bedeutung der Deutschen Eisenbahnen, Netzlänge, Gesamtleistung, Ausgabe und Einnahme in verschiedenen Jahren an, andere gewähren einen Überblick über die Organisation, die Dienststellen, den Personalstand, die Laufbahnen, die Dienstdauer, die Entlohnung. Bildliche Darstellungen und Tafeln aus dem Gebiet des Verkehrs zeigen die Entwicklung des Personen- und Güterverkehrs, den Güterbeförderungsdienst, den Wagendienst, wieder andere geben Auskunft über das Tarifwesen, den Betriebsdienst, die Bereitstellung der Fahrzeuge, den Lokomotiv- und Wagenpark, die Zugbildung, das Fahrplanwesen, die Unfallstatistik. Man erkennt daraus den Zusammenhang zwischen

den Verkehrsbedürfnissen und Fahrplänen, zwischen Fahrplan und Verkehrsleistung. Da für die Verkehrsleistung der Zugbeförderungsdienst die Grundlage ist, wird man über den Zusammenhang zwischen Lokomotivleistung und Lokomotivbauart, über den Betriebsstoffverbrauch, über die planmäfsige




Geländeplan der Deutschen Verkehrsausstellung München 1925.

Ausnützung und Instandhaltung der Lokomotiven und Wagen unterrichtet.

Pläne und Bilder, teilweise auch Modelle, von Übernachtungsgebäuden, Kantinen, Dienstwohngebäuden, Beamten- und Arbeitersiedlungen, Genesungsheimen usw. zeigen das umfangreiche Gebiet der sozialen Fürsorge. Das Hauptinteresse in der Halle 1 wird aber in Anspruch genommen durch das grofse Eisenbahnbetriebsmodell, das im Mafsstab 1 : 33 bei 27 m Länge und 14 m Breite dem Besucher einen gedrängten Überblick über die Mannigfaltigkeit der technischen Einrichtungen und der betrieblichen Vorgänge im Eisenbahndienst bietet. Es stellt einen Geländeausschnitt dar, in den ein grofser Verschiebebahnhof, ein Personenbahnhof (Knotenpunkt zweier Bahnlinien), ein Güter- und Hafenbahnhof, durch Schienenwege verbunden, eingefügt sind. Die Bahnhöfe sind mit Güterumschlageinrichtungen und Lokomotivbehandlungsanlagen modernster Art ausgerüstet, die Rangieranlagen enthalten einen Ablaufberg, sowie eine Gelenkdrehbrücke nach dem Feuerleinschen Projekt. Alle Einrichtungen der modernen Signal- und Sicherungstechnik sind an den Schienenwegen betriebsfähig angebracht und können ebenso wie die aus modernen Grofsgüterwagen wie aus gewöhnlichen Wagen bestehenden Züge, die von kleinen elektrisch bewegten Lokomotiven durch das Netz gezogen werden, von aufsen gesteuert werden.

An dieses Modell schliefsen sich die Ausstellungen auf dem Gebiet des Eisenbahnbauwesens an. Musterbeispiele in Plänen und Bildern zeigen die technisch und wirtschaftlich richtige Linienführung. Bemerkenswerte Linienführungen (Moseltal-, Höllental-, Mittenwaldbahn) sind in Bildern und Plänen vorgeführt. Weitere Pläne und Bilder beziehen sich auf die Bahnkörpergestaltung, sowie die Gefährdung des Bahnkörpers durch Rutschungen, Hochwasser, Schneeverwehungen. Die Eisenbahnbrücke als wichtiges Glied im Linienzug wird hinsichtlich der neuen Grundlagen (Lastenzüge) und den sich daraus ergebenden Forderungen der Verstärkung, hinsichtlich ihrer Formen und Baustoffe in zahlreichen Modellen und Plänen zur Veranschaulichung gebracht. Im Tunnelbau liegen neben Darstellungen moderner Tunnelbauweisen Pläne der bekanntesten Tunnel, so des Tunnels bei Treis, Cochem, Schlüchtern, auf.

In schematischen Darstellungen werden die Gesichtspunkte entwickelt, die für die Spurgestaltung der Bahnhöfe mafsgebend sind. Pläne und Bilder zeigen die Bahnhoftypen der verschiedenen Betriebsarten (Linien-, Richtungs-, gemischter Betrieb), bemerkenswerte Gleisanlagen für den Güterdienst, für die Lokomotivbehandlung, die Zollabfertigung usw. In besonderen Übersichtsplänen werden zusammenhängend die umfangreichen Bahnhofanlagen dargestellt, welche die bekannten Verkehrsgebiete mit aufsergewöhnlichen Verkehrsbedürfnissen aufweisen, wie das Ruhr- und schlesische Gebiet, das Verkehrsgebiet Berlin. Einen breiten Raum nehmen die Verschiebebahnhöfe ein. Aufser den Spuranlagen verschiedener Bahnhöfe werden im Plan und Bild die neuesten Einrichtungen zur Beschleunigung und Verbilligung der Zugaufteilung in Verschiebebahnhöfen gezeigt. Auch die Abfertigungsanlagen kommen selbstverständlich zu ihrem Recht, so wird eine Auswahl von Empfangsgebäuden, neuzeitlichen Bahnsteighallen, Güterhallen, Stellwerkgebäuden, Lokomotivschuppen und Lokomotivbehandlungsanlagen dargeboten. Im Sicherungswesen geben Schaubilder und Pläne Aufschlufs über die Aufgaben der Stellwerke und die Wirtschaftlichkeit. Eine bemerkenswerte Sammlung der bei der Deutschen Reichsbahn verwendeten Stellwerke und Streckenblockanlagen wird in Originalausführungen gezeigt. Selbsttätige Blockanlagen und selbsttätige Ablaufstellwerke sind in betriebsfähigen Modellen zu sehen. Im Fernmeldewesen werden die aufserordentlich mannigfachen Einrichtungen, ohne die die Durchführung eines neuzeitlichen Eisenbahnbetriebs nicht gedacht werden kann, wie Hughes-Schreiber, Apparate für Meldezwecke im Abfertigungs- und Rangierdienst, elektrische Uhrenanlagen usw. vorgeführt.

An die Ausstellung des Eisenbahnbauwesens schliefst sich die einen eigenen Gruppenabschnitt bildende Ausstellung der elektrischen Bahnen an. Einführend gibt eine Übersichtskarte Aufschlufs über den derzeitigen Stand der Elektrisierung der Bahnen in Deutschland. Für einzelne Linien liegen Pläne über Leitungsführung und Kraftverteilung auf. Kraftwerke und Unterwerke werden teils im Modell, teils in Plänen gezeigt. Ebenso sind auch für die elektrischen Lokomotiven und Triebwagen Pläne der Bauart vorhanden, desgleichen über die Werkstätten, die zur Instandhaltung der Lokomotiven eingerichtet wurden. Die Konstruktionselemente der Streckenoberleitung und Schienenrückleitung sind in Mustern ausgestellt. Im Raum an der Stirnseite der grofsen Halle sind Modelle interessanter Fahrzeuge der D. R. G., insbesondere der Gruppe Bayern zu sehen. — Nebenan haben die österreichischen Bundesbahnen eine reichhaltige Ausstellung veranstaltet, die einen gedrängten Überblick über den derzeitigen Stand und die Leistungen des österreichischen Eisenbahnwesens geben. Das

Werkstättewesen ist nicht minder vertreten wie die Elektrisierung, die ja in Österreich eine hervorragende Entwicklung genommen hat.

Den nächsten Raum nehmen die elektrischen Stadtbahnen ein. Hier werden Modelle und Pläne von Strafsenbahnnetzen und von Wagen vorgeführt. Auch ein Öltriebwagen ist ausgestellt.

In einem anschliefsenden Raum werden die Untersuchungsverfahren des zu so grofser Bedeutung gelangten Stoffprüfungswesens bei den Eisenbahnen nebst den zugehörigen Maschinen vorgeführt.

Wir betreten aus Halle 1 die grofsen Anbauten 1 a an der Nordseite dieser Halle. Hier sind vor allem die grofsen deutschen Industriefirmen vertreten mit ihren mannigfachen Erzeugnissen für den Eisenbahnbedarf. Wir sehen hier die verschiedenartigsten Teile für Dampf- und elektrische Lokomotiven und Wagen, wie verwickelte Gufsstücke von Lokomotivzylindern, Lokomotivrahmenteile, Radreifen und Badsätze, Lager- und Achsbüchsen, Überhitzer, Federn, Fahrzeugteile aus Stahlgufs und anderen Gufssorten, des weiteren Werkzeugmaschinen und Werkzeuge, Pumpen und Hebezeuge, Prüfmaschinen — eine stattliche Schau, die Zeugnis ablegt von dem aufserordentlichen Bedarf des Eisenbahnwesens, aber auch von den Leistungen und der Entwicklung der Industrie.

Hier ist auch dem Werkstättewesen der Deutschen Reichsbahn der gebührende Platz eingeräumt. Bildliche Darstellungen erläutern die Organisation dieses Dienstzweigs. Die Anlage einzelner Werke wird in Plänen vorgeführt; das Gedingewesen, neuzeitliche Arbeitsverfahren, das Förderwesen, die Krafterzeugung und Übertragung, Prüfeinrichtungen, Normung, und wie die Stichworte der neuzeitlichen wissenschaftlichen Betriebsführung heifsen, bieten sich in übersichtlichen Plänen und Tabellen dar. Tabellen geben auch Kenntnis von der Pflege der Wärmewirtschaft bei der Deutschen Reichsbahn, von neuzeitlichen Feuerungsanlagen, von Abwärmeverwertung, von Brennstoffen usw.

Von der Halle 1 a gelangt man in Halle 2 zur Gruppe Wasserverkehr. Dafs dieser Teil, wenigstens was der Seeverkehr anlangt, bescheidener ausgefallen ist als es bei der Ausstellung in einer unserer grofsen Hafenstädte der Fall gewesen wäre, ist selbstverständlich. Die Bedeutung der Seeschiffahrt, ihre Leistungsfähigkeit vor 1914 und ab 1919 ersieht man aus Tabellen. Der Rückgang ist eine Folge des Krieges. Von den Hafenanlagen und den dazugehörigen Umschlaganlagen, Gleisanlagen, Ladeeinrichtungen, von Werften, Schwimm- und Trockendocks und ihren vielseitigen Nebenanlagen sind eine Reihe von Modellen ausgestellt. Selbstverständlich fehlen auch nicht Modelle von Schiffen aller Gröfsen, Dampfern und Seglern, Motorbooten, Fischereifahrzeugen und Hilfsschiffen, darunter auch das Modell des gröfsten Dampfers »Ballin« der Hamburg-Amerika-Linie. Für die Binnenschiffahrt auf Kanälen, die sich in Bayern ja stets einer besonderen Fürsorge erfreute, werden zunächst statistische Angaben vorgeführt; von den Landungsanlagen, von Kanälen und Schleusen, von Wehren und Regulierungsbauten, von Schiffshebewerken Umschlageinrichtungen und Lagerhäusern sind zahlreiche Modelle und Pläne ausgestellt. Auch hier ist neben der Wasserstrafse das Beförderungsmittel, das Schiff, in verschiedenen Verwendungsformen zu sehen.

Wir gelangen zur Schwesteranstalt der Eisenbahn, zur Post, die die Halle 3, 4 und 5 gefüllt hat.

Wenn man die umfangreichen Ausstellungen der Deutschen Reichspost durchwandert, so gewinnt man einen Eindruck von dem aufserordentlichen Aufschwung der auf diesem Gebiete, insbesondere auch durch das Neuland der drahtlosen Nachrichten- und Lautübermittlung stattgefunden hat. Ein weithin sichtbares Zeichen hierfür ist ein Sender an zwei 100 m hohen Gittertürmen.

Aus der Fülle des hier Vorgeführten seien nur erwähnt die Einrichtungen für Selbstanschlufsbetrieb im Fernsprechwesen, eine Rohrpost- und eine Seilpostanlage — eine Einrichtung, die unter gewissen Verhältnissen, bei grofsen Güterabfertigungen, auch für die Beförderung von Frachtbriefen zu den einzelnen Behandlungsstellen vorteilhaft sein kann, — dann die Zugtelephonie für den Sprechverkehr mit fahrenden Zügen. Dafs auch interne Fernsprecheinrichtungen für die Bedürfnisse grofser Verwaltungsgebäude, Werkanlagen usw. ausgestellt sind, ist selbstverständlich.

An Halle 5 schliefst sich 5 a an, die die Abteilung Strafsenverkehr enthält. Entwurf und Bau von Landstrafsen sowie die erforderlichen Vorabeiten, die verwendeten Baustoffe usw. bilden den Gegenstand dieser Abteilung, der im Bild und Modell dargestellt ist. Dafs die Unterhaltungskosten, die die Wirtschaftlichkeit einer Ausführungsart wesentlich bestimmen, in der Vorführung des modernen Strafsenwesens besonders berücksichtigt worden sind, ist selbstverständlich und wird für den Eisenbahnbaufachmann, dem ja auch die Unterhaltung von Zufuhr- und anderen Strafsen obliegt, sehr erwünscht sein. Auch die Maschinen für die Strafsenunterhaltung sind im Freien neben Halle 5 zu sehen. Der Verkehr in der Stadt nimmt eine eigene Abteilung ein (Halle 6). Neben der Vorführung des Verkehrsweges der modernen Grofsstadtstrafse mit ihren im Innern sich bergenden Leitungsnetzen der verschiedensten Art ist die grofszügige moderne Stadtbildung, die planmäfsige Bebauung und Erweiterung und ihre Gesetze, die ja die Grundlage für einen zweckmäfsigen Verkehr bilden und oft genug mit Bahnhofserweiterungen und Verlegungen im Zusammenhang stehen, eingehend dargestellt.

Ein ganz junges Gebiet menschlicher Forschung, die Psychotechnik, ist in den Nachbarräumen zu sehen. Gerade das Verkehrswesen mit seinen so charakteristischen, bestimmten Anforderungen an den Menschen hat sich ja die psychotechnische Untersuchungsmethode für die Auswahl ihres Personals zu eigen gemacht, und ein Abschnitt Psychotechnik durfte darum in einer Verkehrsausstellung nicht fehlen. Natürliche Begabung und anerzogenes Können steht in einem gewissen Zusammenhang. Darum wird in diesem Abschnitt auch das Unterrichtswesen für die verschiedenen Gebiete des Verkehrs vorgeführt.

Vom städtischen Strafsenverkehr führt der Weg den Besucher zur Gruppe Luftverkehr nach Halle 7a und 7. In Halle 7a wird der theoretische Teil der Luftschiffahrt behandelt. Hier werden u. a. die Stabilität bei Flugzeugen, ein Prüfstand für Motore, Flugzeuginstrumente, Materialprüfungen, der Einflufs der Atmosphäre, sowie der Sicherungs- und Wetterdienst gezeigt. In Halle 7 sieht man Frei- und Fesselballone verschiedener Systeme, Flugzeuge der verschiedenen Gattungen, Ballonhallen, Flugplätze und die Bodenorganisation.

In Halle 8 sind die Strafsenbahnwagen aufgestellt. Neben Motorwagen und Anhängewagen verschiedener Firmen für Normal- und Schmalspur ist dort auch der Unterrichtswagen der städtischen Strafsenbahn München ausgestellt. Teile für Strafsenbahnwagen: Achsbüchsen, Kupplungen usw. vervollständigt die Ausstellungsgruppe.

Eine besonders umfangreiche Schau zeigt uns in Halle 9 den Kraftverkehr. Statistisches Material des Reichsamtes Berlin gibt Aufschlufs über die verkehrswirtschaftliche Bedeutung des Kraftverkehrs. Zeichnungen und Modelle stellen Automobilhallen verschiedener Gröfse und Verwendung dar. Im Hauptraum der Halle sind die neuesten Erzeugnisse an Personenwagen — besonders Kleinwagen — ausgestellt. Vor allem aber wurde dem Lastkraftwagen, inbesondere Spezialtransportwagen mit Selbstentladung, dann dem Grofspersonenwagen ein weites Feld eingeräumt. Wir sehen den Kraftomnibus für den Strafsenverkehr, der in der Citty von London an Stelle der Strafsenbahn bekanntlich den enormen Verkehr bewältigt und auch in deutschen Städten bei gewissen Verhältnissen erfolgreich einspringt, und den Grofsreisewagen (Aussichtswagen), der

neuerdings für Veranstaltung von Vergnügungsreisen für gröfsere und kleinere Reisegesellschaften auf Hunderte von Kilometern in Aufnahme kommt. Schlepper mit Benzolmotoren zum Anhängen von Lastfahrzeugen erregen durch ihre aufserordentliche Wendigkeit das Erstaunen der Besucher und zeigen, welches Zukunftsbild der Verkehr auf den Landstrafsen zeigen kann.

Mit dem Eintritt in den Ausstellungsbahnhof nach Durchquerung des Parks wenden wir uns wieder dem Eisenbahnwesen zu.

In der grofsen Fahrzeughalle (10) treten uns zunächst die Riesen der neuzeitlichen Grofslokomotiven entgegen, deren fast ein Dutzend, sowohl für den Personen- wie für den Güterverkehr, ausgestellt ist, darunter die 1 D 1 Personenzuglokomotive der Deutschen Reichsbahn, die S 2 6-Lokomotive der vormals Bayerischen, die F-Güterzuglokomotive der vormals Württembergischen Staatseisenbahnen. Auch die österreichischen Bundesbahnen haben ihre besten Typen ausgestellt. Daran schliefsen sich die Nebenbahn-, Zahnrad- und Werklokomotiven an. Wo die Dampflokomotive auf einer Ausstellung auftritt, fehlt heutzutage auch nicht ihre jüngere Schwester, die elektrische Lokomotive, zumal in München, wo ja ein Mittelpunkt des elektrischen Betriebes der Deutschen Reichsbahn sich befindet. Von ihnen sind neun dem Personen- und Güterverkehr dienende Typen ausgestellt, darunter jene, die auf den Münchener Linien im Dienst stehen. Wie unermüdlich die Diesellokomotive sich Eingang zu verschaffen sucht, ist aus den fünf Lokomotiven dieser Gattung — allerdings vorwiegend für kleinere Leistungen — zu entnehmen. Im Vordergrund des Interesses steht gegenwärtig auch die Triebwagenfrage, die ja den Weg bilden soll, gewissen Verkehrsbedürfnissen auf wirtschaftlichste Weise zu entsprechen. Mit den Hoch- und Untergrundbahn-Wagen sind elf Fahrzeuge dieser Gattung für die verschiedenen Betriebsweisen, als elektrische, Speicher-, Öl- und Benzoltriebwagen in der Halle ausgestellt.

Zur Ausstellung in Aussicht genommen, aber noch nicht eingetroffen sind Vertreter des jüngsten Fortschritts: eine Vollbahn-Dieselgüterzuglokomotive mit Kraftübertragung durch die komprimierten Abgase und eine neue Ausführung einer Turbolokomotive.

An den Seiten und dem Ende der Fahrzeughalle sind Einzelteile und Ausrüstungen von Fahrzeugen (die neuen Pufferformen, selbsttätige Kupplungen usw.) sowie interessante Beispiele für die ausgedehnte Anwendung des Schweifsverfahrens in den Eisenbahnwerkstätten.

Sehr vielseitig ist auch die Ausstellung der Wagen. Salon-, Schlafwagen, D-Zugwagen und gewöhnliche Wagen, Postwagen usw. stehen voran; für die verschiedenen eisenbahndienstlichen Bedürfnisse sind aber auch eine Reihe von Spezialwagen ausgestellt, so sehen wir einen Arztwagen für Hilfszüge, psychotechnische Prüfwagen, Unterrichtswagen, Hilfsgeräte-, Brückenmefsgerätewagen usw.

Unter den Güterwagen sind selbstverständlich die Grofsgüterwagen und andere Wagen mit Selbstentladung vertreten. Aufserdem auch hier eine Reihe von Wagen für besondere Zwecke: für Früchte- und Seefischtransport, für Kohlenstaubbeförderung, Kühlwagen, Milchwagen, Bierwagen, Kranwagen usf.

Die Schmalspurfahrzeuge, die ebenfalls zahlreich ausgestellt sind, sind nach Spurweiten: 1000, 900, 600 mm, sowie der Einheitsspurweite 750/760 mm, geordnet. Sie dienen zum Teil dem Erd- und Grubenbau, aber auch für den öffentlichen Verkehr sind grofse und leistungsfähige Lokomotiven und gefällige Personenwagen, zweckentsprechende Güterwagen, ausgestellt. Dampf- und elektrischer Betrieb, Sauggas- und Ölmaschinenbetrieb, sind vertreten. Die ausgestellten Lokomotiven lassen erkennen, wie trotz der Beschränkungen, die die Schmalspur dem Erbauer auferlegt, leistungsfähige Typen geschaffen werden können.

Nicht vergessen darf hier werden, dafs zum erstenmal in Deutschland der Plan einer Garteneisenbahn, die ja in England etwas Altbekanntes ist, verwirklicht wurde. Diese »Liliputbahn« durchzieht in einem Gleisring von 38 cm Spurweite den Ausstellungspark und arbeitet mit drei kleinen, den S 3/6-Lokomotiven der Bayerischen Staatseisenbahn im Mafsstab 1 : 3 nachgebildeten Lokomotiven. Mit zwei Zylindern ausgestattet entwickeln sie bei 13 at Dampfspannung 30 PS und ziehen einen Zug von acht offenen Personenwagen mit je 16 Sitzplätzen.

Im Ausstellungsbahnhof treten uns die regen Bestrebungen der Gegenwart auf dem Gebiet des Oberbauwesens und der Rangiertechnik entgegen. Wir sehen dort die bei der Deutschen Reichsbahn in den verschiedenen Gebieten im Gebrauch befindlichen Weichen, Stellwerke und Signale. Neben anderen Weichenbauarten tritt die Hauptweichenstrafse mit den verkürzten Weichen hervor. Der neue Reichsoberbau wird an einem Gleisstück gezeigt. Die neuzeitlichen Sicherungsanlagen, elektrische Weichen- und Signalantriebe, Kohlensäure- und Druckluftantriebe, aufschneidbare Weichenantriebe mit starrer Zungenverbindung sind im Betrieb zu sehen. Neben den bekannten deutschen Formsignalen werden die Tageslichtsignale, die neuerdings als Versuchssignale eine grofse Rolle spielen, vorgeführt. Mit besonderem Interesse wird man den Versuchen mit zwangläufigem Ablauf durch neben der Weichenstrafse laufenden Seiltrieb, mit einer »Wirbelstrom«bremse zum Aufhalten der Wagen und einer ferngesteuerten Akkumulatordrucklokomotive nach den Bäselerschen Vorschlägen entgegensehen. Die Anlagen werden in einigen Wochen fertiggestellt sein.

Aufser dem Oberbau ist auch die Streckenausrüstung elektrischer Bahnen im Ausstellungsbahnhof über einigen Gleisen gezeigt.

Die letzte Halle (11) am östlichen Ende des Ausstellungsbahnhofs enthält Tafeln, Pläne und Objekte zum Studium der mannigfachen Oberbaufragen. Gestaltung des Oberbaus, Herstellung nach Grenzlehren, Unterhaltung usw. werden hier vorgeführt. Die Stofsbildung, die Schienenschweifsung, die Auffrischung abgenützter Teile sind Gegenstand der Ausstellung. Auch die Aufgleisungstechnik hat hier Vertretung gefunden.

Wir haben damit unseren Rundgang beendigt und halten Rast an dem die Ausstellung als Wahrzeichen überragenden, 41 m hohen Leucht- und Aussichtsturm mit seiner prächtigen Fernsicht auf die bayerischen Berge. Ein Gufsstahlglockengeläute läfst in den Abendstunden seine klangvollen Akkorde über die Baumwipfel des Parkes rauschen, ein Zeichen, dafs friedlicher Arbeitswille sich hier zusammengefunden in einem Brennpunkt des Schauens. Ein Blinkfeuer sendet in der Dunkelheit weithin seine Strahlengarben aus. Es leuchtet gleichsam als Fanal über den Wegen, auf denen sich Deutschland müht, wieder aufzusteigen aus dem Abgrund des Krieges und seiner Folgen zu seiner Gesundung und zur Mitarbeit am Fortschritt der Völker. Der Erreichung dieses Zieles dient auch die Münchener Verkehrsausstellung.

## Bayerische Bahnneubauten aus der Kriegs- und Nachkriegszeit.

### Die Lokalbahn Tölz—Lenggries und der neue Bahnhof Bad Tölz.

Von Reichsbahndirektor **Hans Friedrich** in München.

Hierzu Tafel 19.

Am 4. September 1924 wurde die normalspurige Lokalbahn (eingleisige Nebenbahn) Tölz—Lenggries und der neue Bahnhof Bad Tölz dem öffentlichen Betrieb übergeben, nachdem tagszuvor die feierliche Eröffnung der neuen Bahnanlagen unter zahlreicher Beteiligung der Bevölkerung, der Reichs- und Staatsbehörden, des bayerischen Landtages sowie der beteiligten Gemeinden stattgefunden hatte. Damit wurde ein an Naturschönheiten überreiches Alpenvorland, nämlich der südlich des



Badeortes Tölz gelegene »Isarwinkel« dem allgemeinen Verkehr erschlossen (siehe Übersichtsplan Abb. 1).

### 1. Geschichtliches.

Viele Jahrzehnte bemühten sich die Gemeinden des Isarwinkels mit Fall, Jachenau, Hinter- und Vorderrifs vergebens um die Weiterführung der im Jahre 1875 in Betrieb genommenen Haupt(Vizinal-)bahn München—Tölz bis nach Lenggries. Ja, als seinerzeit die Frage einer neuen Verbindung von Innsbruck über Mittenwald nach München auftauchte, regte es sich auch an der Isar und die Vertreter der beteiligten Gemeinden Tölz, Lenggries, Wolfratshausen und andere traten zusammen, um die Herstellung genannter Durchgangsverbindung über Lenggries und Tölz zu erwirken. Ein Erfolg war aber diesen Bestrebungen, wie bekannt, nicht beschieden. (Es kam die Bahnlinie Garmisch-Partenkirchen—Mittenwald—Innsbruck zur Ausführung.)

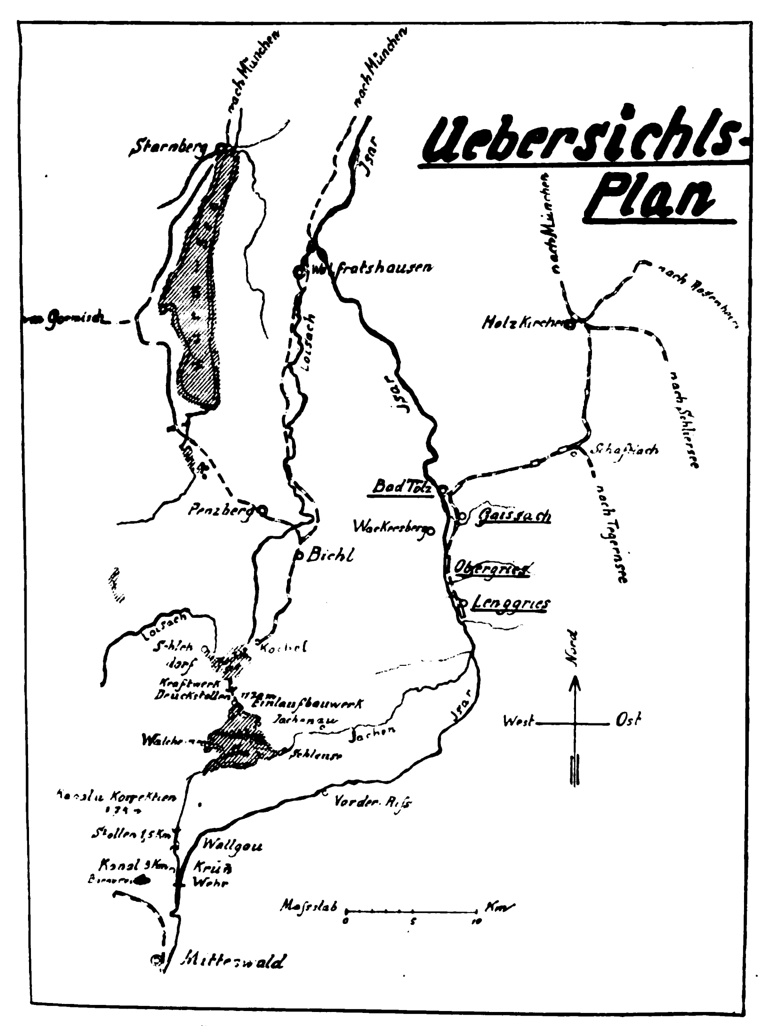



Abb. 1. Übersichtsplan der Lokalbahn Tölz—Lenggries.

Erst die Erbauung des staatlichen Walchenseekraftwerkes in Bayern sollte die Verwirklichung eines Teiles jener Eisenbahnpläne mit sich bringen. Das Walchenseewerk erfordert nämlich eine teilweise Ableitung der Isar in ihrem Oberlauf bei Krünn durch den Walchensee. Die damit verbundenen geringeren Wasserstände wehrabwärts werden die dort bisher lebhaft betriebene Trift- und Flöfserei wesentlich einschränken, vielleicht ganz unterbinden. Zur Wahrung der Interessen der Bevölkerung im oberen Isartal und in dessen Umkreis, insbesondere der mit dem Abtransport ihres Handelsholzes auf den Wasserweg angewiesenen Waldbesitzer beschlofs daher der bayerische Staat die Erbauung einer Lokalbahn von Tölz nach Lenggries als Ersatz für den Entgang des Wasserweges für die Flöfserei. So wurden denn im Jahre 1918 vom Bayerischen Landtag die Mittel aus allgemeinen Staatsanlehen (nicht Eisenbahnanlehen) zum Bau dieser, ausdrücklich als Zubehör zum Walchenseewerk betrachteten Bahn in Höhe von 1 758 000 ℳ bewilligt. (Die gleichzeitig zur Ausführung vorgesehenen Waldbahnen [Güterbahnen] Lenggries—Vorderrifs und Anger—Jachenau—Walchensee blieben in der Folge zurückgestellt.) Wie der Bau, so sollte auch der künftige Betrieb der Lokalbahn zu Lasten des genannten Wasserkraftunternehmens erfolgen.

Im Jahre 1919 wurde in den Lokalbahnbau eingetreten, nachdem inzwischen die Interessenten sich zur Übernahme der ihnen gesetzlich obliegenden Leistungen für Grunderwerb und Herstellung der Bahnhofzufuhr- und Ladestrafsen verpflichtet hatten. Nach dem Übergang der bayerischen Staatseisenbahnen auf das Reich wurde schliefslich die Fortsetzung und Vollendung sowie die künftige Betriebsführung der Bahn nach Leistung eines einmaligen, verlorenen Bauzuschusses durch den Freistaat Bayern von der Deutschen Reichsbahn auf eigene Rechnung übernommen. Für den aus Betriebsrücksichten neu anzulegenden Bahnhof Bad Tölz war dies von allem Anfang an der Fall.

### 2. Beschreibung der neuen Bahnanlagen.

a) Bahnhof Bad Tölz. Ursprünglich war die Einführung der Lokalbahn in den bestehenden Kopfbahnhof Bad Tölz vorgesehen. Der Umstand, dafs dieser Bahnhof seit Jahren beengt und nur schwer erweiterungsfähig war, die Rücksicht auf die spätere Einführung des elektrischen Betriebs auf der Strecke Holzkirchen—Tölz und schliefslich die ungünstigen Erfahrungen, die betrieblich auf der ebenfalls im Ausflugbereich der Stadt München liegenden Bahnlinie Holzkirchen—Schliersee—Bayrischzell mit dem Kopfbahnhof Schliersee gemacht wurden, gaben Veranlassung, die Erbauung eines Durchgangsbahnhofes für Bad Tölz ins Auge zu fassen. Eingehende technische und wirtschaftliche Untersuchungen führten nach langwierigen Verhandlungen mit der Gemeinde Tölz zu dem Ergebnis, den alten Bahnhof vollständig aufzulassen und 300 m südöstlich von ihm einen neuen Durchgangsbahnhof zu erbauen. Mit dieser in die örtlichen Verhältnisse von Bad Tölz in vieler Hinsicht tief einschneidenden Bahnhofsverlegung fand sich die Gemeinde nach langem Widerstreben in Erkenntnis der Notwendigkeiten für ihre künftige Entwicklung endlich ab, insbesondere nachdem sie die neuen mustergültigen und grofszügigen Bahnhofsanlagen vor sich sah und durch einen erheblichen Zuschufs des Landes Bayern in die Lage versetzt war, die neue, geraden Weges durchs alte Stadttor zum Marktplatz führende Bahnhofszufuhrstrafse nach allen Erfordernissen auszubauen, die für den Verkehr zwischen Badeort und neuem Bahnhof und für die städtebauliche Entwicklung des dortigen Geländes zu stellen waren.

Die Anlage des neuen Durchgangsbahnhofs machte eine rund 3 km lange Verlegung der bestehenden Hauptbahn zwischen Reichersbeuern und Tölz notwendig, wobei die neue Linie nordwestlich der alten verlaufend mit 9,09 ‰ Gefälle sich zum Bahnhof hinabsenkt. Der frühere schienengleiche Übergang der Bezirksstrafse München—Tölz wurde bei dieser Gelegenheit durch eine gewölbte Strafsenüberführung von 15,40 m Lichtweite ersetzt. Wo die frühere, nunmehr aufgelassene Linie in scharfem Bogen gegen Westen nach dem alten Bahnhof einbiegt, wird sie von der neuen Bahnhofachse gekreuzt. Am Südende der neuen Station wird die vorgenannte Bezirksstrafse nochmals schienenfrei unter der Bahn mittels einer Wegunterführung von 9,4 m Lichtweite und Betoneisenüberbau durchgeführt. Der Bahnhof selbst ist, in 2,5 ‰ Neigung liegend, geräumig und erweiterungsfähig angelegt. Der Spurplan weist

zunächst drei Zuggleise mit drei Bahnsteigkanten auf, aufserdem die erforderlichen Freilade-, Rampen-, Rangier- und Abstellgleise. Bei den Gleisabständen und Gleisverbindungen ist bereits auf die künftige Einführung des elektrischen Betriebs Rücksicht genommen. Der Bahnhof erhielt ein elektrisches Kraftstellwerk, Bauart Siemens, Klasse 1, mit mechanischem Wärterstellwerk (Abb. 2). Die Zuggleise sind mit Hauptbahnoberbau der bayerischen Form X, die Nebengleise mit Schienenform IX, I oder IIa versehen. Die Holzschwellen der Hauptgleise ruhen teils in Schotterbettung, teils in Kiesbettung und zwar letztere in der Moorstrecke. Die Nebengleise liegen durchwegs in Kiesbettung. Der 13,6 m breite, überdachte Hauptbahnsteig (Abb. 3) ist mit dem ebenfalls mit Holzdach versehenen 9,2 m breiten Zwischenbahnsteig durch eine Fufsgängerunterführung schienenfrei verbunden.




Abb. 2. Mechanisches Wärterstellwerk im Bahnhof Tölz.

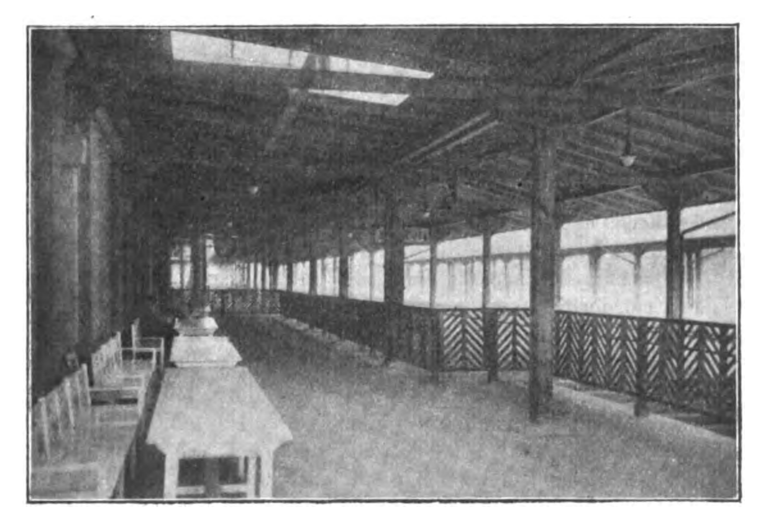


Abb. 3. Überdachter Hauptbahnsteig im Bahnhof Tölz.

Die Bahnhofebene mufste zum überwiegenden Teil durch Aufdämmung des Geländes gewonnen werden. Hierbei waren die Dammschüttungen auf einem bis zu 13 m tiefen, 500 m langen und rund 100 m breiten Hochmoorgrund mit ganz bedeutenden Schwierigkeiten und hohem Kostenaufwand verbunden.

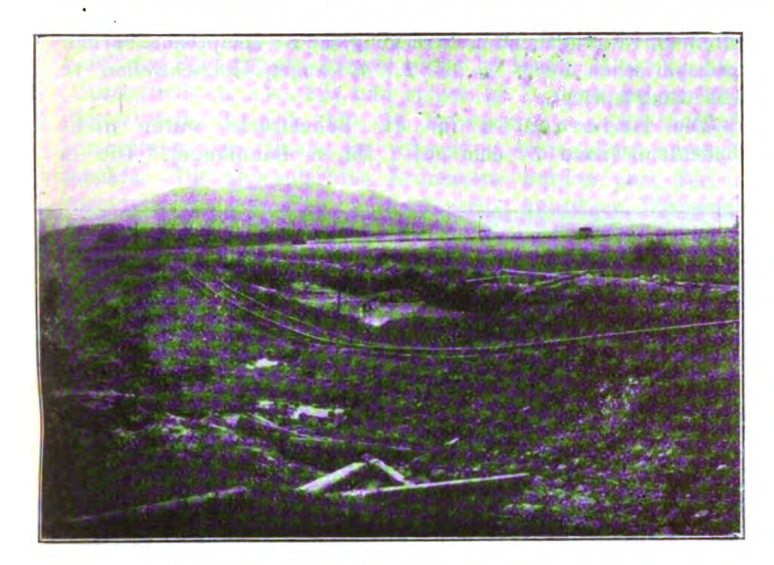
Die Bauarbeiten begannen hier mit der Entwässerung des eingekesselten Moores durch Ausführung eines im Mittel etwa 2,0 m tiefen Längsgrabens und zahlreicher Seitengräben mit künstlich angelegter Vorflut zu dem Zwecke, den Wasserspiegel im Moor (dem künftigen Bahnhofgebiet) abzusenken und dadurch die obere Moorschichte, die nur ganz geringe Tragfähigkeit aufwies, zu konsolidieren. Es gelang auch, die obere Moorschicht, die wie ein Schwamm mit Wasser vollgesogen war, durch die zahlreichen Entwässerungsgräben trocken zu legen. Die Folge war eine Senkung des ganzen Moorgeländes bis zu 1,5 m Tiefe und eine Festigung der obersten Moorfilzdecke, so dafs sie mit dem schweren Feldbahngerät des Bauunternehmers (90 cm Spur) befahren werden konnte.

Erst nach Vollendung dieser Entwässerungs und Festigungsarbeiten wurde mit der eigentlichen Auffüllung begonnen. Jedoch bald traten die ersten Schwierigkeiten auf, denn schon bei einer Schütthöhe von etwa 1,0 m erreichte die Tragfähigkeit des Untergrundes die Grenze. Die Filzdecke rifs dann meist der Länge nach plötzlich ab und die Schüttmassen versanken in die Tiefe. Ein weiteres Nachkippen an solchen Einbruchstellen führte zu Auftreibungen des Moores seitlich der Einbruchstelle im noch nicht überschütteten Gelände. Solche Auftreibungen wollten aber vermieden werden, um Geld und Zeit für den Abtransport der aufgetriebenen Moormassen zu sparen. Die Bauleitung suchte daher durch ein lagenweises Überschütten des Moorgebietes in etwa 0,50 m starken Schichten zum Ziele zu kommen. Wenn auch in der Folge Mooreinbrüche nicht ausblieben, so wurden doch durch diese Arbeitsweise im allgemeinen gröfsere Auftreibungen vermieden. Immerhin mufsten aber im ganzen etwa 2000 cbm aufgetriebenes Moor abgefahren, rund 136000 cbm Füllkies (»6000 cbm mehr als profilmäfsig errechnet) in den Moorgrund versenkt werden, um endlich einen bis zur tragfähigen Bodenschicht hinabreichenden, standfesten Erdkörper für die Gleisanlagen zu erhalten. Die zahlreichen Mooreinbrüche und Bodendurchbrüche (Abb. 4 und 5) während der Schüttungsarbeiten erschwerten und verzögerten den Baubetrieb ganz wesentlich. Um so mehr verdient die Bauleitung und die Bauausführung Anerkennung dafür, dafs diese schwierigen. und oft nicht ungefährlichen Arbeiten ohne einen wesentlichen Unfall vollendet werden konnten. Ein grofser Vorteil war, dafs in Nähe des Moores eine ausgedehnte Füllgrube angelegt werden konnte, die nicht nur für die Bahnhofauffüllung, sondern auch für einen Teil der Aufdämmungen in der Lokalbahnstrecke selbst einen vorzüglich geeigneten Kies lieferte.

Was die Hochbauten des neuen Bahnhofs, sowie auch der Linie Tölz—Lenggries betrifft, so war man sichtlich bestrebt, sie, bei aller Wahrung ihres Zweckes und voller Berücksichtigung der Betriebs- und Verkehrsbedürfnisse, dem Baucharakter der Gegend möglichst anzupassen und den Erfordernissen des Heimat- und Naturschutzes weitestgehend Geltung zu verschaffen. So erhebt sich denn nun am Ostende der Stadt Bad Tölz ihr neues Betriebsgebäude (Abb. 6), grofs und geräumig, gefällig und die Gegend beherrschend, ganz erstellt im Sinne des Altmeisters G. v. Seidl, der die bauliche Entwicklung von Bad Tölz so mafsgebend beeinflufst hat. Grün verputzt, in seiner Bauart mit dem beherrschenden Uhrturm ganz dem herrlichen Landschaftsbild sich anschmiegend, unterscheidet sich das Betriebsgebäude vorteilhaft von vielen Bahnhöfen alten Musters, die so mannigfach den Begriffen von Heimatkunst und Schönheit zuwiderliefen.

Für die Gestaltung der äufseren Bauform des Tölzer Betriebsgebäudes war der Grundgedanke der städtebaulichen Platzgestaltung mafsgebend: Schwerpunkt der Anlage ein gedrungener Uhrturm in der Achse der Hauptanfahrtstrafse, der den Bau zusammenfafst und ihm das Gepräge gibt; ein Regenvordach, das den Bahnhofcharakter betont; im übrigen eine möglichst ruhige, platzschliefsende Gestaltung des Baues ohne weitere Vor- und Rücksprünge. Um bei der verhältnismäfsig

grofsen Tiefe des Baues von 18 m eine ausreichende Belichtung der auf der Bahnseite gelegenen Betriebsräume und Wartesäle zu erreichen, wurde nur der hufeisenförmig (Abb. 7) umaber reichlich belichteten Schalterhalle (Abb. 8), die mit 5,55 m Tiefe und fast 33 m Länge sowohl den Durchgangs- und Schalterverkehr, als auch die Gepäckabfertigung zu ver-



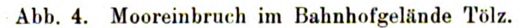


Abb. 4. Mooreinbruch im Bahnhofgelände Tölz.

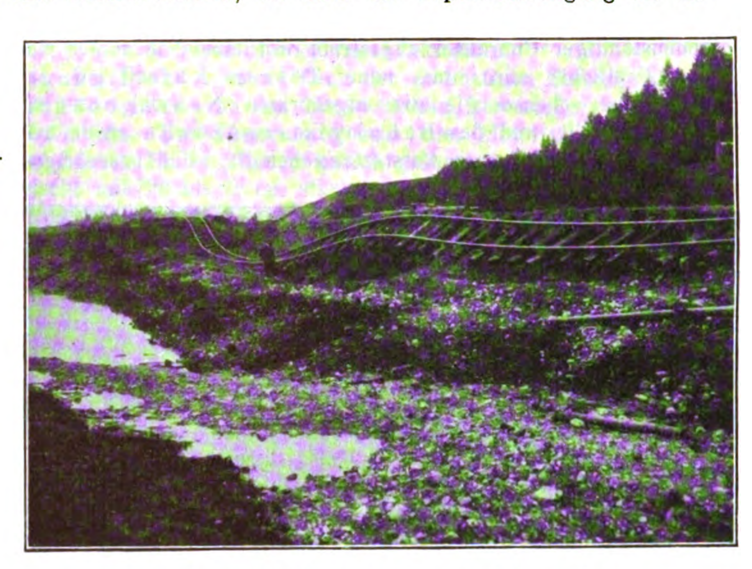


Abb. 5. Mooreinbruch im Bahnhofgelände Tölz.

schliefsende Gebäudetrakt zweistöckig, der mittlere bahnseits gelegene Teil aber einstöckig mit ausgiebiger Belichtung durch Oberlichte ausgeführt. Schalterraum und Betriebsraum ist zusammengelegt, der Gepäckraum ist in unmittelbarer Verbindung mit den Schaltern angeordnet. Infolgedessen kann bei geringem Verkehr der ganze Dienst von einem Mann versehen werden.

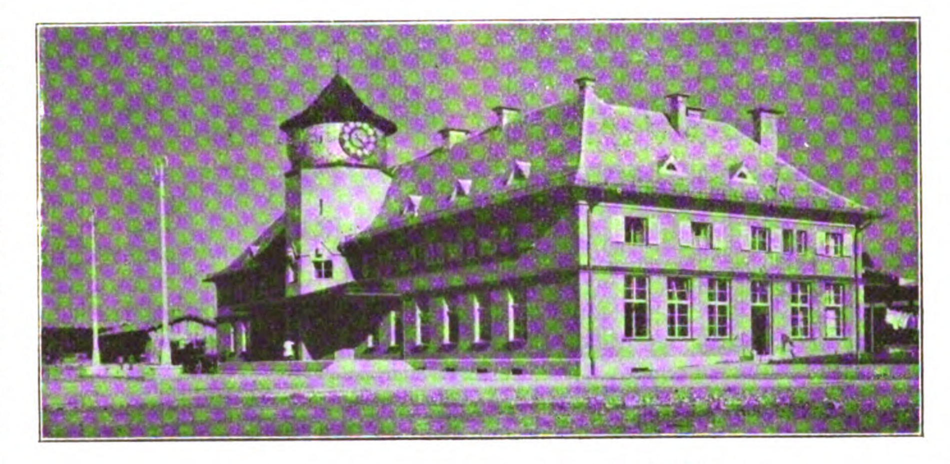


Abb. 6. Betriebshauptgebäude im Bahnhof Bad Tölz.

mitteln hat, dann aber noch Platz bietet für zahlreiche Ruhebänke, die (z. T. vom Durchgangsverkehr in Bogennischen abgesondert) dem Reisepublikum dienen, das nicht die Wirtschaftsräume besuchen will. Die Ausstattung aller Innenräume (auch bei den Betriebsgebäuden in Gaissach und Lenggries) ist möglichst einfach gehalten, alle Holzteile und Möbel sind in Natur-Lärchenholz ausge-

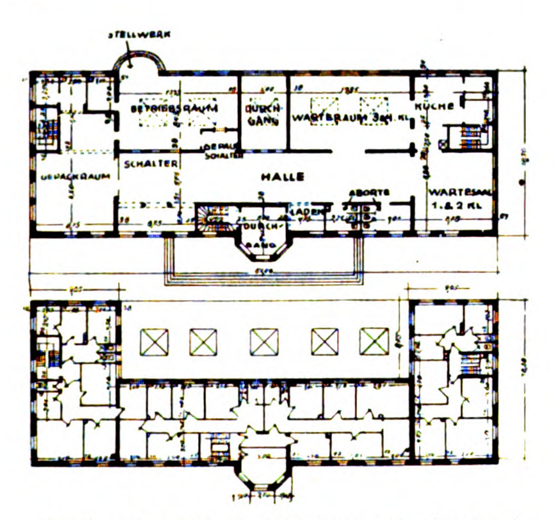



Abb. 7. Grundrifs des Betriebshauptgebäudes im Bahnhof Bad Tölz.

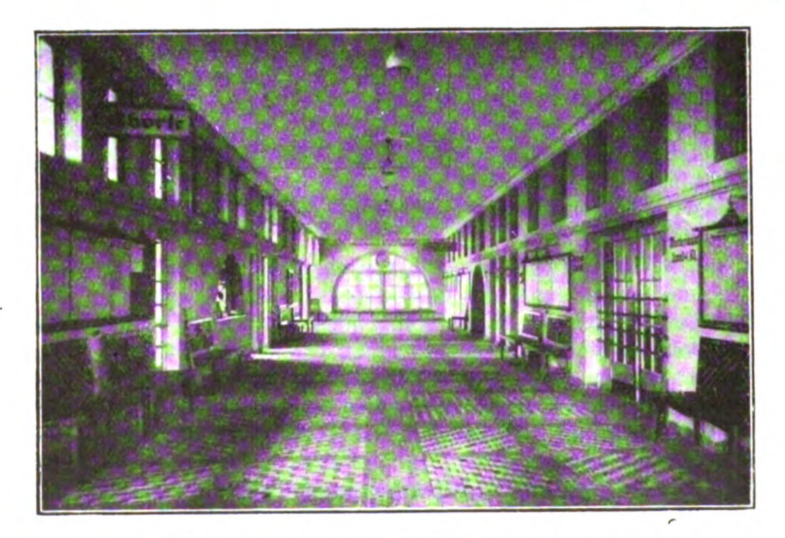


Abb. 8. Schalterhalle des Betriebshauptgebäudes in Bad Tölz.

Besonders wurde Bedacht genommen auf eine günstige Lage und genügende Abmessungen der zentral angeordneten, führt; auf Behaglichkeit ist bei aller Einfachheit Bedacht genommen.

Bei den Güterhallen in Tölz (Abb. 9) und Gaissach ist von der herkömmlichen Aufsenform abgegangen und durch behäbige Gestaltung des Äufseren (Verwendung von Eckverstärkungen und grofsen Dachhohlkehlen aus Holz) ein heimischer bodenständiger Charakter angestrebt worden.

Zweifellos wird das neue Tölzer Abfertigungsgebäude, ebenso wie die zugehörigen Nebengebäude, die Güterhalle und das Bahnmeistergebäude (Abb. 10), was äufsere und innere Ausstattung betrifft, allen berechtigten Ansprüchen und Anforderungen des aufstrebenden Badeortes Tölz gerecht.



Abb. 9. Güterhalle im Bahnhof Bad Tölz.



Abb. 10. Bahnmeistergebäude im Bahnhof Bad Tölz.

b) Lokalbahnstrecke. Der Grundrifs und der Aufrifs der Bahn sind aus Abb. 1 und 2, Taf. 19 zu ersehen. Die Bahn verläfst den hochgelegenen neuen Tölzer Bahnhof in südwestlicher Richtung, geht bald darauf in scharfem Bogen mit anschliefsender Gegenkrümmung in die südliche Richtung (d. i. des Isartales) über und senkt sich dann, an den Gaissacherhang angelehnt und reizvolle Ausblicke auf Flufs, Ortschaften und Berge gewährend, mit einem Gefälle von 8,7 ⁰/₀₀ ins Tal hinab. Sie überschreitet mit einer 16,40 m weiten gewölbten Brücke den Gaissachwasserlauf, erreicht als erste Verkehrsstelle den Bahnhof Gaissach und kreuzt dann die Bezirksstrafse Tölz—Lenggries, die schienenfrei unter der Bahn durchgeführt ist. Immer näher tritt die Bahn an die Isar heran (Abb. 11), erreicht am früheren Isardurchbruch (km 62,2) ihren tiefsten Punkt und steigt dann, ständig am östlichen Flufsufer verlaufend, am Haltepunkt (mit öffentlichem Ladeplatz) Obergries vorbeigehend, bis zur Endstation Lenggries sanft an.

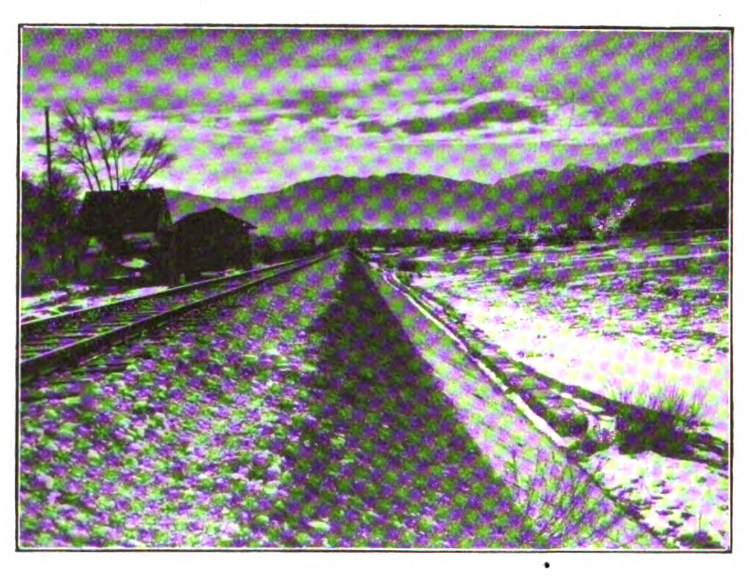


Abb. 11. Bahndammsicherung an der Isar vor Lenggries.

Die Bahnlänge beträgt 9,472 km (von und bis zu Betriebsgebäudemitte), in der Luftlinie gemessen 8,8 km. In der Fahrrichtung Tölz—Lenggries ist die Höchststeigung 10 ⁰/₀₀, in der Gegenrichtung ebenfalls 10 ⁰/₀₀; doch kommt sie hier nur auf kurze Strecken vor, so dafs für die Bemessung der Zugbelastung die 2006 m lange Steigung von 8,7 ⁰/₀₀ mafsgebend ist. Der Höhenunterschied zwischen der Anschlufs- und Endstation beträgt 7,9 m, die Summe der verlorenen Steigungen 21,5 m. Der kleinste Bogenhalbmesser ist 300 m, der Regelquerschnitt ist der für eingleisige Hauptbahnen mit 3,5 m ideeller Kronenbreite. Im durchgehenden Streckengleis ist Hauptbahnoberbau der bayerischen Form X auf 2,7 m langen Holzschwellen in Kiesbettung verlegt.

Die Erdarbeiten für die Bahnstrecke waren nicht unbedeutend (rund 28 cbm auf 1 lfd. m Bahnlänge). Die in den Bahneinschnitten geförderten Erdmassen (Moränenschutt) bestanden hauptsächlich aus verwittertem Kalkstein und Letten (Molasse); vereinzelt kamen auch Nagelfluhbänke vor.

Ganz erhebliche Schwierigkeiten waren bei Herstellung des Bahnkörpers am Gaissachhang zwischen km 57,9—58,5 zu überwinden. Hier folgte einem bis zu 14 m hohen Damm (I) ein rund 15 m tiefer Einschnitt und diesem wieder ein Damm (II) bis zu 16 m Höhe. Nach dem Massenverteilungsplan sollte Damm II mit rund 18000 cbm Auftrag vollständig mit dem aus vorgenanntem Einschnitt gewonnenen Abtragsmaterial (rund 30000 cbm) angeschüttet werden. Für die Auffüllung des Dammes I mit rund 22000 cbm Inhalt war der übrigbleibende Teil jenes Einschnittes vorgesehen, während der Rest des Dammes aus den Abtragmassen der ihm vorgelagerten Einschnitte fertigzustellen war.

Bei dem Umfang der Arbeiten, dem schroffen Wechsel von Damm und Einschnitt, bot die technische Ausführung bedeutende Schwierigkeiten (Anlage von Schüttgerüsten und Seilbahnen mit Dampfwindenbetrieb), die noch durch unvorhergesehene Rutschungen beträchtlich erhöht wurden. Das Einschnittsmaterial zwischen km 58,08 und 58,26 bestand in den oberen Schichten aus fest gelagertem stark lettigen Kies, in den unteren Schichten aus steinhart gelagertem, grauen und blauen Letten (Molasse). Der hier verwendete Löffelbagger war nicht imstande, das Material ohne vorhergehende Lockerung

durch Sprengungen zu fördern. An der Luft aber verwitterte und zerfiel das äufserst hygroskopische Einschnittsmaterial rasch; bei Regenwetter vollends weichte es zu einer leicht knetbaren, mitunter fast breiigen Masse auf.

Die mit diesem Füllstoff in den Wintermonaten ausgeführten Schüttungen kamen zuerst im Damm II bei km 58,43 (Rutschstelle A, Abb. 12) und später im Damm I bei km 58,05 (Rutschstelle B, Abb. 13), in Bewegung, was die vorläufige Einstellung des Baues an diesen Arbeitsstellen notwendig machte. Die abgerutschten Erdmassen wurden zum Teil abtransportiert, zum Teil nach Eintritt günstiger Witterungsverhältnisse durch zahlreiche und kräftige Sickerungen entwässert. Ein tiefer und 45 m langer Entwässerungsschlitz bergseits an der Rutschung B wurde zur Ableitung des Grundwassers in der wasserführenden Schicht der Dammunterlage ausgeführt.

Nach diesen gründlichen, vorbereitenden Arbeiten wurden die Schüttungen unter Verwendung des gleichen Einschnittsmaterials wieder aufgenommen. Aber bereits nach vierwöchentlicher Arbeit mufste der Schüttbetrieb neuerdings eingestellt werden, weil bei den überdies sehr ungünstigen Witterungsverhältnissen die Dammschüttungen zu neuen Rutschungen neigten. Man entschlofs sich nunmehr, den Abtrag aus dem Einschnitt km 58,08 bis 58,26 überhaupt nicht mehr zur Auffüllung zu verwenden, sondern ihn abzulagern. Der Damm II wurde infolgedessen mit kiesigem Material aus Füllgruben, die bei km 58,58 und 59,43 angelegt wurden, fertiggestellt, ohne dafs später nochmals Rutschungen auftraten.

Der Damm I wurde nach der erstmaligen Einstellung des Baggerbetriebes von der Nordwestseite her wieder in Angriff genommen. Zur Verwendung kam hier Material aus den benachbarten Einschnitten, nämlich gelber, sandiger Lehm, vermischt mit 20 bis 30 cm starken Sandsteinplatten. Wider Erwarten trat jedoch auch hier, nachdem die planmäfsige Dammhöhe fast erreicht war, bei km 57,9 über Nacht eine starke Rutschung (C) ein (Abb. 14, 15 und 16). Da das hier verwendete Füllmaterial an anderer Stelle sich ganz gut bewährt hatte, konnte diese neue Rutschung nicht auch auf ungeeignetes Füllmaterial zurückgeführt werden. Die Ursache mufste vielmehr anderweitig gesucht werden. Wie sich im weiteren Verlauf der Arbeiten an dieser Stelle zeigte, bestand die Dammunterlage — ein ungefähr 25° geneigter Hang — aus einer etwa 1,5 bis 2,0 m starken, noch wasserdurchlässigen sandigen Lehmschichte, die über der wasserführenden Schichte aus blauem Letten lagerte. Auf letzterer Schichte, die ungefähr gleichlaufend zur Geländeoberfläche geneigt war, rutschte

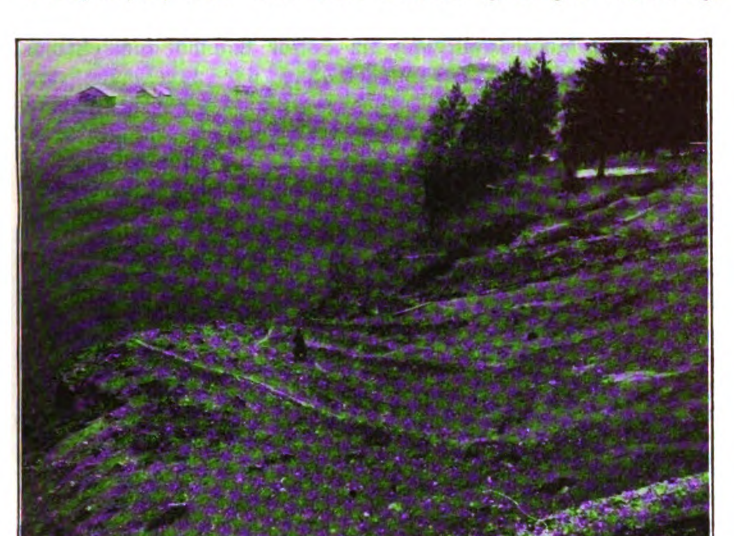


Abb. 12. Dammrutschung am Gaissacher Hang (Damm II).



Abb. 13. Erste Dammrutschung am Gaissacher Hang (Damm I).

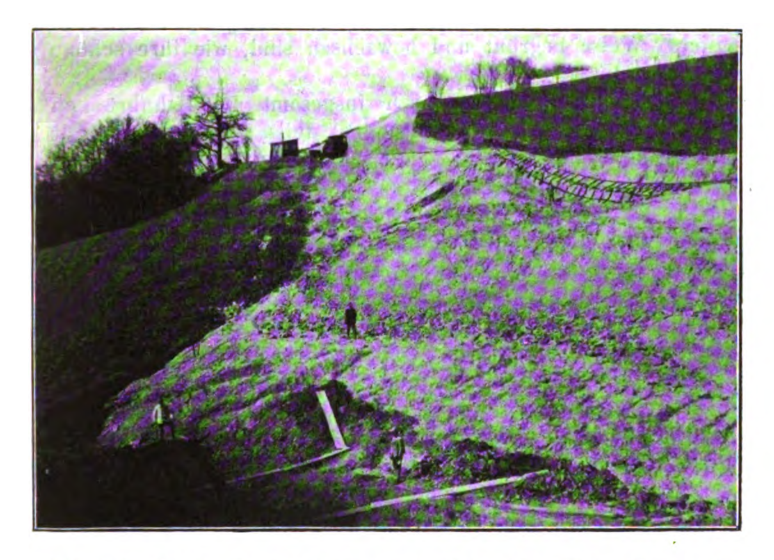


Abb. 14. Zweite Dammrutschung am Gaissacher Hang (Damm I).



Abb. 15. Zweite Dammrutschung am Gaissacher Hang (Damm I).

die darüberliegende Lehmschichte mit dem daraufgeschütteten Damm ab.

Zur Behebung der Störung wurde in erster Linie der Herd der Rutschung durch Abtragen des bereits geschütteten Füllmaterials freigelegt. Dann wurden kräftige 2,0 m breite Längs- und Quersickerungen (Abb. 17) eingebaut, die in der grauen Lettenschichte fufsten und das zu Tage getretene Wasser abzuleiten hatten. Hierauf entschlofs man sich, den durch die Abtragung entstandenen Trichter mit einem Kieskern aufzufüllen und sodann den ganzen Damm I mit Kies fertigzustellen. Der Füllstoff mufste aus der 2,5 km entfernten Kiesgrube nordöstlich des Bahnhofes Bad Tölz beigebracht werden.

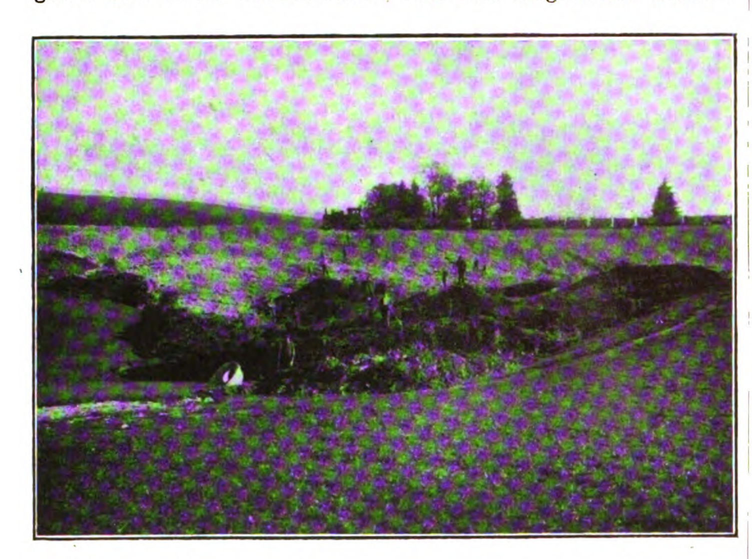


Abb. 16. Zweite Dammrutschung am Gaissacher Hang (Damm I).



Abb. 17. Sickerung am Gaissacher Hang (Damm I).

Die ganze Baustelle wurde noch durch einen Wünschelrutengänger untersucht, der einen sich teilenden und die Rutschstellen kreuzenden Grundwasserstrom, sowie einzelne kleinere unterirdische Wasserläufe feststellte. Allerdings gelang es nicht, den Hauptgrundwasserstrom, wie es versucht wurde, an einer günstigen, natürlichen Geländesenke oberhalb der Baustelle abzufangen und abzuleiten; dagegen war dem Abfangen bergseitigen Wassers an der Rutschung C durch einen tiefen, 53 m langen Entwässerungsschlitz, der mit Zementröhren und Steinen ausgepackt wurde, einiger Erfolg beschieden.

Erschwert wurden die Arbeiten bei der Rutschung C noch weiter dadurch, dafs ein den Damm I bei km 59,9 in einem Zementrohr von 0,60 m Durchmesser kreuzender Wasserlauf durch die abgerutschten Erdmassen abgequetscht und das Bachbett einige Meter hoch überschüttet wurde. Das Wasser mufste unter Verlängerung des Durchlasses um 80 m und wiederholter Richtungsänderung mit grofsem Kosten- und Zeitaufwand durch eine Bergnase bis zu 9,0 m Tiefe geleitet werden. In welchem Mafse die bezeichneten Rutschungen auftraten und die Bauvollendung erschwerten und verzögerten, geht schon daraus hervor, dafs hier statt der rechnungsmäfsigen 50 000 cbm rund 90 000 cbm Erdmassen zu bewegen waren und dafs der Rutschdamm C nunmehr am Fufs eine Breite von 85 m statt profilmäfsig 20 m hat. Die vielseitigen Erfahrungen, die hier wie bei der Moorbewältigung im Tölzer Bahnhof hinsichtlich der besten technischen Lösungen und der zweckmäfsigsten Arbeitsmethoden gesammelt wurden, die damit verbundene Erweiterung und Vertiefung der geotechnischen Erkenntnisse werden sich bei richtiger Nutzanwendung in anderen ähnlich gelagerten Fällen für die Tiefbautechnik im allgemeinen, für die Deutsche Reichsbahn im besonderen reichlich bezahlt machen.

Bei der Linienführung der ganzen Lokalbahn, bei der Ausgestaltung ihrer Kunstbauten, sowie bei der Änderung an Wegen, Wasserläufen und Strafsen war man bemüht, sich tunlichst dem Gelände anzupassen und anzuschmiegen, gewaltsame Eingriffe in die Natur und das Landschaftsbild möglichst zu vermeiden, Baum und Strauch, Wald und Feld nur so weit zu berühren und zu verändern, als es dem technischen Erfordernis unbedingt entsprach. So wird denn die ganze Bahnlinie mit allem Zubehör, auch wenn sie als Bauwerk und künstliche Schöpfung immer eine gewisse Abgrenzung der freien ungebundenen Natur bildet, doch nicht als ein störendes Element in der Landschaft empfunden werden; sie wird vielmehr das Auge der Naturfreunde und Naturbeobachter befriedigen, insbesondere wenn die Alterspatina sich auf die neuen Anlagen gelegt haben wird und wenn Bahn- und Wegböschungen einst in ähnlicher Weise begrünt und bewachsen sind, wie ihre schöne Umgebung.

An Kunstbauten waren insgesamt 25 Bahnbrücken sowie Wegunter- und Überführungen, teils gewölbt, teils mit Betoneisenüberbau versehen, mit zusammen rund 4500 cbm Betonmauerwerk auszuführen.

Die Hochbauten in der Verkehrsstelle Gaissach (Betriebsgebäude und Ladehalle) und in der Endstation Lenggries (Betriebs-, Neben- und Bahnmeistergebäude, Ladehalle und Lokomotivschuppen) zeigen erfreulicherweise das gleiche Bestreben wie in Tölz, sich dem Baucharakter und dem Baustil der Gegend tunlichst anzupassen. So bietet das Stationsgebäude in Gaissach (Abb. 18) mit seiner spitzbogigen Halle und seinem weithin sichtbaren, rotleuchtenden Ziegeldach, dann die seitwärts stehende Güterhalle (Abb. 19) in gefälliger Holzkonstruktion einen recht anheimelnden Anblick. Und vollends das stattliche, fast im Stil eines grofsen Bauernhofes gehaltene Lenggrieser Betriebsgebäude (Abb. 20) bildet inmitten seiner prächtigen Umgebung sowohl in landschaftlicher als auch in architektonischer Beziehung ein wahres Schmuckkästchen im Isarwinkel. Umgeben von dicht bewaldeten Höhenszügen mit herrlicher Fernsicht auf die Karwendelberge, umrauscht von den blaugrünen Fluten der Isar, gewährt das in blendendes Weifs gehüllte, feingegliederte Gebäude einen prächtigen Anblick, ein würdiges Gegenstück zu dem lieblichen Postgebäude zu seiner Linken. Auf der Ortsseite mündet die neugebaute Bahnhofzufuhrstrafse in den zierlichen Bahnhofvorplatz. Von hier führt ein Portal in die schmucke Vorhalle mit Fahrkartenschalter und Gepäckraum; anschliefsend an diese liegen die Diensträume, gegen Norden der gemütliche Wartesaal (Abb. 21) und aufserhalb für den Sommerbetrieb die freundliche Wandelhalle. Dem Betriebsgebäude reihen sich in gleich gelungener Bauart die Güterhalle, der Lokomotivschuppen und ein Dienst-

wohngebäude an. Jeder Einheimische und jeder Reisende wird Freude haben an dem nicht nur nach der zweckentsprechenden, sondern auch nach der schönheitlichen Seite hin vervollkommneten Hoch- und Tiefbauten der ganzen Linie, die im Heimatboden wurzelnde, echte Volkstümlichkeit zur Schau tragen.

Die Spuranlage des fast ganz in der Neigung von 2,5 ‰ und 1,0 m über dem Hochwasser der Isar gelegenen Endbahnhofes umfaſst zunächst drei Zuggleise mit drei schienengleich zugänglichen Bahnsteigen sowie die erforderlichen Lade-, Abstell-, Auszieh- und Schuppengleise. Die Sicherung der Weichen und Signale geschieht vorläufig durch ein mechanisches



Abb. 18. Betriebsgebäude im Bahnhof Gaissach.

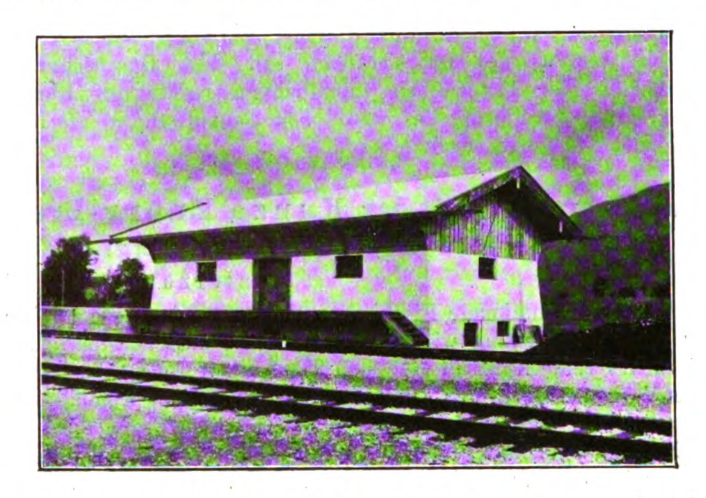


Abb. 19. Güterhalle im Bahnhof Gaissach.

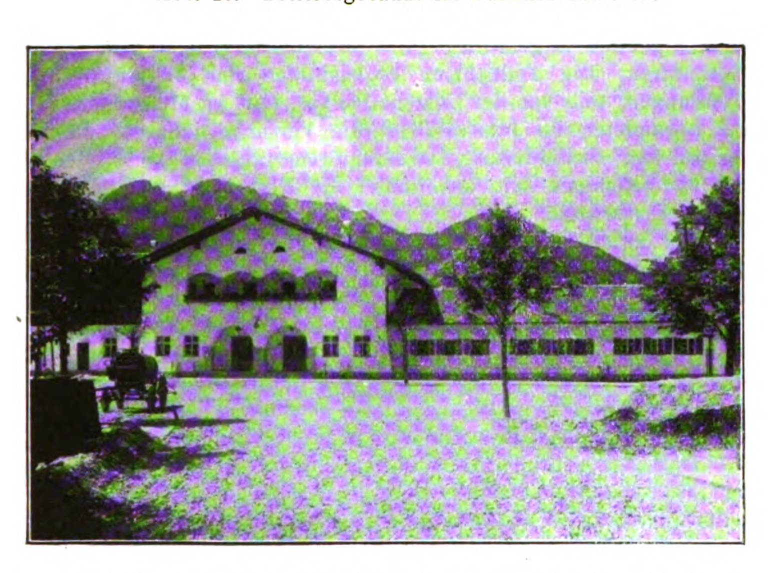


Abb. 20. Betriebsgebäude im Bahnhof Lenggries (Ortsseite).



Abb. 21. Warteraum des Betriebsgebäudes im Bahnhof Lenggries.

Stellwerk der Klasse 1. Auf ausgiebige Erweiterungsmöglichkeit ist auch hier vorsorglich Rücksicht genommen, insbesondere auch auf die etwa künftig doch noch kommende Einführung der früher erwähnten Waldbahnen. Auch ein als Ersatz der Waldbahnen in unmittelbarer Nähe des Bahnhofs Lenggries verschiedentlich angeregter Holztrifthafen mit Wasserkraftanlage an der Isar könnte günstigen Privatgleisanschluſs an den Bahnhof bekommen.

Die Kosten der ganzen Lokalbahn waren im Frühjahr 1918 auf rund 2000000 ℳ veranschlagt.

Die Bauarbeiten an der freien Strecke und im neuen Tölzer Bahnhof waren zum gröſsten Teil an Unternehmer verdungen, zum kleineren Teil wurden sie im Eigenbetrieb der Eisenbahnverwaltung ausgeführt. Ihr Fortgang wurde wiederholt durch Arbeitsaussperrungen und Streiks, zu Ende des Jahres 1923 auch infolge Geldknappheit gehindert. Für die Aufstellung der baureifen Entwürfe sowie für die örtliche Bauführung war die Neubauinspektion Lenggries errichtet; nach deren Auflösung im Jahre 1922 übernahm ihre Aufgabe die Bauinspektion München II. An den Tiefbauarbeiten waren beteiligt die Bauunternehmungen: J. A. Weitmann u. Cie. in München, Del Bondio & Halter in München sowie Belasini in Lenggries. Die Hochbauten waren verdungen an die Firmen: Georg Berlinger in München, Franz Hatz, Zimmermeister in München, Dipl. Ing. Müller in Holzkirchen, Architekt S. Egenberger, Zimmermeister Eisenberger, Architekt Reich in Bad Tölz, Belasini, Heyfelder und Schwarzenberger in Lenggries. Auſserdem waren eine groſse Zahl der ortsansässigen Firmen und Geschäftsleute mit Lieferungen für die Neubauten bedacht.

Die künftige Unterhaltung der neuen Bahnanlagen liegt in den Händen der Bahnmeisterei Bad Tölz.

### 3. Betrieb und Verkehr.

Der Betrieb der Lokalbahn erfolgt nebenbahnmäſsig in der Weise, daſs sämtliche Hauptbahnzüge der Strecke München—Bad Tölz mit ihren möglichst klein gehaltenen Stammwagen und ihren Lokomotiven bis und ab Station Lenggries durchgeführt werden. Verstärkungswagen laufen nur bis Station Holzkirchen und Bad Tölz, soweit sie in der weiteren Strecke nicht benötigt sind.

Der Güterverkehr der Bahn wird sich hauptsächlich auf die Beförderung der Erzeugnisse und Bedürfnisse der Forst- und Landwirtschaft sowie der Viehzucht, insbesondere aber auf den beträchtlichen Holzverkehr aus dem oberen Isar- und dem Jachental erstrecken. Neben dem Güterverkehr steht ein erheblicher Personenverkehr zu erwarten; denn Lenggries und der Isarwinkel waren ihrer grofsen landschaftlichen Schönheit willen schon bisher viel besucht und der Fremdenverkehr wird sich nunmehr nach Schaffung einer günstigeren und leistungsfähigeren Verkehrsverbindung noch wesentlich steigern. Ein für Wintersport sehr geeignetes Gelände nächst Lenggries wird auch im Winter der Bahn einen entsprechenden Personenverkehr zuführen. Nach der Wirtschaftlichkeitsrechnung für die Bahn dürfte daher ein Betriebsüberschufs erzielt werden, der im Vergleich mit dem Durchschnittsüberschufs der bayerischen Lokalbahnen rechts des Rheins (3,17$^0/_0$ige Verzinsung des staatlichen Bauaufwandes) als hinreichend bezeichnet werden kann.

**Schlufswort.**

Die beschriebenen, bei aller Sparsamkeit zweckmäfsig angelegten und neuzeitlich ausgestatteten Bahnbauten sind in Zeiten grofser wirtschaftlicher Not und seelischer Bedrückung des Vaterlandes entstanden und viele Bauteile mufsten der Natur und den Menschen unter mancherlei Kämpfen und Erschwernissen aufgezwungen werden, unter Schwierigkeiten, die — wie bei so vielen Tiefbauten — nach ihrer Fertigstellung und Inbetriebnahme kaum mehr in die Erscheinung treten und beobachtet werden. Die Art und Weise der Baugestaltung und des Baubetriebs stellt sich als eine beachtenswerte, in vieler Hinsicht fortschrittliche Leistung zähen deutschen Willens und technisch-wirtschaftlichen Könnens dar, die als harmonische Vereinigung von Natur und Kunst den Beifall der Fachmänner und der Laien finden wird. Mögen die grofsen Opfer für das Werk von Reich, Land und Beteiligten nicht umsonst gebracht sein, sondern sich auswirken in einem lebhaften, wirtschaftlichen Aufschwung des ganzen Isarwinkels und in einer recht kräftigen Hebung und Entwicklung des Bahnverkehrs.

## Bremsversuche mit der Kunze Knorr-Bremse mit Schnell-, Personen- und gemischten Zügen

in Gegenwart von Mitgliedern der technischen Kommission des Internationalen Eisenbahn-Verbandes.

Der Internationale Eisenbahnverband trat in diesem Jahre zu einer Besprechung wichtiger Fragen des zwischenstaatlichen Verkehrs Ende April in München zusammen. Zuerst begannen die Verhandlungen der technischen (fünften) Kommission, die sich unter anderem mit der sehr wichtigen Frage der einheitlichen Abmessung einer den heutigen grofsen Zugkräften angepafsten Schraubenkupplung und mit Vereinbarungen über elektrische Zugheizung und Anschriften der Güterwagen zu befassen hatte.

Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft glaubte annehmen zu dürfen, dafs die in München versammelten hervorragenden Fachleute auf dem Gebiete des maschinentechnischen Eisenbahndienstes sich für die Fortschritte im Bremswesen, die in Deutschland in den letzten Jahren gemacht worden sind, interessieren würden. Sie hatte deshalb eine Einladung zu einer Bremsvorführung ergehen lassen. Sämtliche in der technischen Kommission vertretenen Eisenbahnverwaltungen mit Ausnahme von Finnland, dessen Vertreter zu den Münchener Verhandlungen nicht erschienen waren, beteiligten sich an den Bremsvorführungen. Aufser der den Vorsitz führenden französischen Eisenbahnverwaltung waren Fachleute aus Belgien, Italien, Österreich, Polen, Rumänien, Rufsland, Schweden, der Schweiz und der Tschechoslowakei zugegen.

Die Bremsvorführungen sollten die hohe Leistungsfähigkeit der Kunze Knorr-Schnellzug- und Personenzugbremse*) dartun und ferner zeigen, wie die Bildung gemischter Personen- und Güterzüge erleichtert wird, wenn eine Bremsbauart nach einheitlichen Grundsätzen für alle Zuggattungen durchgebildet ist.

Es wurden fünf verschiedene Züge vorgeführt.

Zug Nr. 1 war ein Schnellzug von 60 Achsen, dessen vierachsige Wagen mit der Kunze Knorr-Schnellzugbremse und Reibungspuffern**), Uerdinger Bauart ausgerüstet waren.

Zug Nr. 2 war ein Personenzug von 92 Achsen, bestehend aus Wagen wie bei Zug 1 beschrieben.

Zug Nr. 3 war ein Personenzug von 60 Achsen, bestehend aus 14 m langen, zweiachsigen Wagen, die mit der Kunze Knorr-Personenzugbremse versehen waren.

Zug Nr. 4 war ein gemischter Güterzug von 120 Achsen, bestehend aus beladenen und leeren Güterwagen und aus Personenzug- und Schnellzugwagen. Die Wagen besafsen die Kunze Knorr-Bremse für Schnell-, Personen- oder Güterzüge je nach ihrer Gattung.

Zug Nr. 5 war ein gemischter Personenzug von 60 Achsen, bestehend aus Güter-. Personen- und Schnellzugwagen wie bei Zug 4 und aufserdem aus zwei-, drei- und vierachsigen Personenwagen mit der bisherigen Einkammerbremse, Bauart Westinghouse.

Für alle Züge waren Schnellbremsungen und betriebsmäfsige Bremsungen aus kleinen, mittleren und grofsen Geschwindigkeiten vorgesehen. Die Bremsungen verliefen sämtlich einwandfrei. Die Teilnehmer beobachteten den Verlauf der Bremsungen, teils von der Lokomotive aus, teils im Mefswagen*) und bekundeten ihr Interesse für die Versuche dadurch, dafs sie von der Aufforderung, weitere Bremsaufgaben zu stellen und zu beliebiger Zeit unvermutet die Notbremse zu ziehen, Gebrauch machten.

Der unter 1 genannte Schnellzug wog einschliefslich der zwei Lokomotiven, die ihn beförderten, 948 t. Es gelang, ihn mit einer Schnellbremsung aus einer Geschwindigkeit von 121 km/Std. auf 695 m in einer Zeit von 35 Sek. zum Halten zu bringen. Wäre der Zug mit der bisherigen Einkammerbremse ausgerüstet gewesen, so hätte die Länge des Bremsweges 900 bis 1000 m betragen, also weit mehr als die übliche Entfernung von 700 m zwischen Vor- und Hauptsignal.

Die Personenzüge durften nach dem bisherigen Stande der Bremstechnik höchstens 300 bis 350 m lang sein. Das Bedürfnis, längere Züge fahren zu können, liegt aber an manchen Stellen zweifellos vor. Der vorgeführte Zug Nr. 2 hatte die beträchtliche Länge von 500 m einschliefslich der Lokomotiven und wog 1255 t. Wenn auch derartige Personenzüge schon wegen der unzureichenden Bahnsteige in nächster Zeit noch nicht im Betriebe verwendet werden können, so war der vorgeführte Versuch doch insofern lehrreich, als er zeigte, wie weit man die Länge von Personenzügen, deren Wagen eine gute Bremse und Reibungspuffer besitzen, steigern kann und dafs die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft bei der Einführung einer neuen Bremsbauart den in Zukunft zu erwartenden Forderungen Rechnung getragen hat. Mit diesem Zuge wurde bei einer Schnellbremsung aus einer Geschwindigkeit von 100 km/Std. ein Bremsweg von 570 m erzielt.

Der Personenzug Nr. 3 von 430 m Länge einschliefslich einer Lokomotive wurde auf dem 31 km langen Gefälle von

*) Beschreibung der Kunze Knorr-Personenzug- und Schnellzugbremse siehe Glasers Annalen, Bd. 96, Nr. 1150.

**) Näheres über Reibungspuffer s. Glasers Annalen, Bd. 95, Nr. 1134.

*) Näheres über Mefseinrichtungen für Bremsversuche s. Glasers Annalen, Bd. 96, Nr. 1148/49.

durchschnittlich 20 ‰ der Schwarzwaldbahn vorgeführt. Der Lokomotivführer hatte den Zug jederzeit vollständig in der Gewalt, gleichgültig ob ihm aufgegeben wurde, eine gleichmäßsige Geschwindigkeit von 10, 20, 30, 50 oder 60 km/Std. innezuhalten. Eine zweite Leitung, die man bisher zu Hilfe nehmen mufste, um solchen Forderungen gerecht werden zu können, wurde nicht verwendet. Die Verdoppelung der Bremsschläuche mit ihren baulichen und betrieblichen Schwierigkeiten und mit ihren hohen Unterhaltungskosten war also vermieden. Eine Schnellbremsung aus 60 km/Std. Geschwindigkeit auf dem Gefälle von 20 ‰ ergab einen Bremsweg von 250 m.

Der Zug Nr. 4, ein gemischter Güterzug, war denkbar ungünstig für das Bremsen zusammengesetz. Auf 5 vierachsige Schnellzugwagen folgten 10 mit 20 t beladene und 24 leere Güterwagen, 14 zweiachsige Personenwagen und schliefslich der Mefswagen. Eine bunte Mischung der verschiedenartigen Wagen anstatt der Zusammenstellung in Gruppen hätte eine leichter zu beherrschende Bremsverteilung ergeben. Entsprechend der im Betriebe im ungünstigsten Falle zu erwartenden Anzahl der Bremsen waren an sämtlichen der Personenbeförderung dienenden Wagen und an etwa der Hälfte der Güterwagen die Bremsen eingeschaltet. Sämtliche Bremsungen verliefen trotzdem ganz ruhig.

Der Zug Nr. 5 stellte einen bunt zusammengesetzten Personenzug von 60 Achsen dar. Es sollte an ihm hauptsächlich das Zusammenarbeiten der Kunze Knorr-Bremse und der bisherigen Einkammerbremse (Bauart Westinghouse) gezeigt werden. Hinter 3 halb beladenen Güterwagen mit der Kunze Knorr-Bremse für Güterzüge liefen 4 Schnellzugwagen mit der Kunze Knorr-Bremse für Schnellzüge, dann folgten zwei-, drei- und vierachsige Personenwagen, die teils die Kunze Knorr-Bremse für Personenzüge, teils die Westinghouse-Bremse besafsen. Auch hier verliefen alle Bremsungen durchaus einwandfrei.

Die beliebige Zusammensetzung von luftgebremsten Personen- und Güterzügen aus Wagen mit Bremsen für Schnell-, Personen- oder Güterzüge ist für die Zugbildung von aufserordentlicher Bedeutung. Wie aus den Versuchen mit den Zügen Nr. 4 und 5 hervorgeht, ist die Kunze Knorr-Bremse so weit durchgebildet, dafs sie diese Bedingungen vollständig erfüllt.

## Preisausschreiben

Das vom Ostelbischen Braunkohlen-Syndikat, Berlin, vom Mitteldeutschen Braunkohlen-Syndikat, Leipzig und vom Deutschen Braunkohlen-Industrie-Verein, Halle a. S., im April 1924 erlassene Preisausschreiben über eine Funkenfängerkonstruktion für Braunkohlenbriketts hat das an einer anderen Stelle dieser Zeitschrift*) aufgeführte Ergebnis gehabt. Wenn auch keine der eingereichten Bewerbungen der vorgeschriebenen Bedingung: »Vollkommene Beseitigung des Funkenfluges ohne Beeinträchtigung der Leistung der Lokomotive« völlig entsprochen hat, so sind doch einige Konstruktionen dieser Lösung sehr nahegekommen, so dafs der Verwendung von Braunkohlenbriketts im Rangierbetrieb und bei kleineren Streckenfahrten auf Reichsbahnlokomotiven die Wege geebnet worden sind, wie dies auch durch monatelange praktische Versuche erwiesen ist.

*) Bekanntmachung Heft 12, Seite 7.

# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

## Allgemeines.

### Elektrokarren.

Für das Kleinförderwesen im Betrieb der Eisenbahnen kommt der Güter- und Gepäckumladeverkehr in den Güterschuppen und auf den Bahnhöfen und der Werkstättebetrieb in den Eisenbahn-Ausbesserungswerken in Frage. In den Güterschuppen wird bisher für die Bewegung der Stückgüter bei Annahme, Verladung, Umladung, Entladung und Auslieferung die zweirädrige Stechkarre verwendet, bei welcher ein Mann mittels der Stechgabel oder -platte das Gut leicht fafst, über der Achse der Räder ins Gleichgewicht bringt und dann



Abb. 1. AEG-Elektrokarren EK 1502 mit Hund als Anhänger im Güterbodenverkehr.

fortbewegt. Die Leistung der Stechkarre geht bis zu 300 kg; bei Gütern über 300 kg oder von gröfserem Umfang sind zur Bedienung der Stechkarre zwei Mann erforderlich, Einzelgüter über 750 kg Gewicht können in der Regel mit der Stechkarre nicht mehr befördert werden und müssen auf Rollen unter Verwendung von Hubstangen bewegt werden, wozu vier Mann erforderlich sind, die das Gut in acht Stunden nicht mehr als 100 m weit transportieren. Dies sind recht geringe Leistungen und auf grofsen Bahnhöfen, mitunter mit beschränkten Gleis- und Raumverhältnissen, ist auf die Dauer der Güterverkehr ohne Zuhilfenahme mechanischer Transportmittel gar nicht mehr zu bewältigen. Hierbei haben ortsfeste Anlagen nicht befriedigt; das Transportmittel mufs unabhängig von jeder Förderbahn, einfach zu bedienen sein, grofse Tragfähigkeit bei leichter Beweglichkeit besitzen und niedrige Anschaffungskosten haben.

Elektrokarren sind bereits in Verwendung bei den Eisenbahn-Direktionen Berlin, Mainz und Frankfurt a. M. Es wurden dabei die Betriebsverhältnisse durchweg verbessert, indem die Leistungen in t km je Schicht und Arbeiter wesentlich erhöht wurden. Auf den Güterböden in Köln stieg die Leistung eines Arbeiters bei neunstündiger Schicht von zusammen 5 t bei durchschnittlich 4 bis 4,5 km Weg mit Stechkarre auf 27 t Last bei durchschnittlich 7,5 bis 8 km mit Elektrokarre. Bewährt hat sich beim Transport von schweren und sperrigen Lasten, diese auf kleine Hunde zu stellen, die vom Karren gezogen werden.

Durch die Ersparnisse an Arbeitskräften können die Kosten für Abschreibung, Verzinsung, Unterhaltung, Stromverbrauch in verhältnismäfsig kurzer Zeit getilgt werden. Gewisse Betriebsschwierigkeiten, die sich insbesondere bei der Verladung schwerer Güter wegen der 50 bis 60 cm hochgelegenen Ladebühne des Karrens ergeben, werden durch die neueren Bauarten des Elektrokarrens als Hubkarren und Krankarren behoben, wie durch die bereits erwähnte Verwendung von Hunden, kleine Karren mit ganz niedriger Bühne und 1500 kg Tragkraft, die vom beladenen oder unbeladenen Elektrokarren geschleppt werden.

Auch im Gepäckumladeverkehr auf den Bahnsteigen haben sich die Elektrokarren von 750 kg Tragkraft, mit welchen man über die Übergangsbrücken unmittelbar in die Gepäckwagen selbst fahren kann, und Elektroschlepper zum Schleppen der bisher gebrauchten Gepäckkarren bewährt. Auf dem Stettiner Bahnhof in Berlin sind im Jahre 1923 während der Hauptreisezeit mit einem AEG-Elektroschlepper 2680 Tagewerke von je acht Stunden gespart worden d. h. täglich ungefähr 25 Arbeitskräfte; bei 4 ℳ Tagesverdienst je Arbeitskraft beträgt die ersparte Summe 10720 ℳ, während der Schlepper nur 6500 ℳ kostet.

Auch im Ausland sind mit derartigen Betrieben sehr gute Ergebnisse im Reisegepäckverkehr erzielt worden.

Auch die neuzeitlichen Arbeitsverfahren, die in den Eisenbahn-Ausbesserungswerken eingeführt werden, stellen erhöhte Ansprüche an das Förderwesen. Die bisher übliche Förderung mit Plattformwagen auf Voll- und Schmalspurgleisen, wie auch mit Handkarren

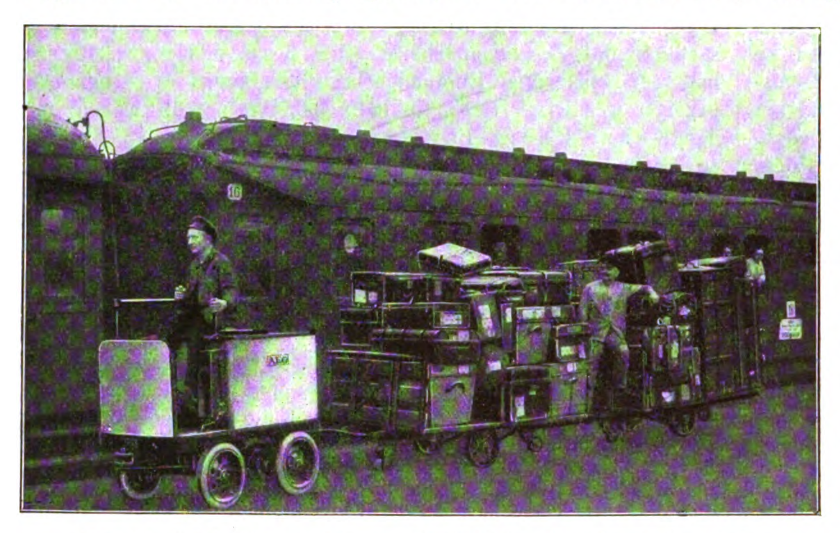


Abb. 2. AEG-Elektroschlepper ES 8002 im Gepäckumladeverkehr der Eisenbahn.

genügt nicht mehr; auch sind bei dem mehrfach erfolgten Abbau von Arbeitern die erforderlichen Arbeitskräfte nicht mehr vorhanden. Auch hier hat sich der Elektrokarren bewährt und führt sich immer mehr ein. Mit 1 bis 2 t Last findet er leicht seinen Weg, umgeht Hindernisse und gelangt infolge seiner grofsen Wendigkeit in die unzugänglichsten Ecken der Werkstätten. Seine Geschwindigkeit beträgt 8 bis 10 km in der Stunde, während für Handtransport höchstens mit der Hälfte gerechnet werden kann. In einer grofsen Eisenbahnwerkstätte des Rheinlandes konnten 30 Arbeiter mit 15 Handkarren durch drei Elektrokarren von 1 500 kg mit drei Fahrern und geringer Hilfsmannschaft ersetzt werden, was zu einer Ersparnis von etwa 46 000 ℳ im Jahre führte, wogegen der Beschaffungspreis der drei Elektrokarren 9 300 ℳ betrug.

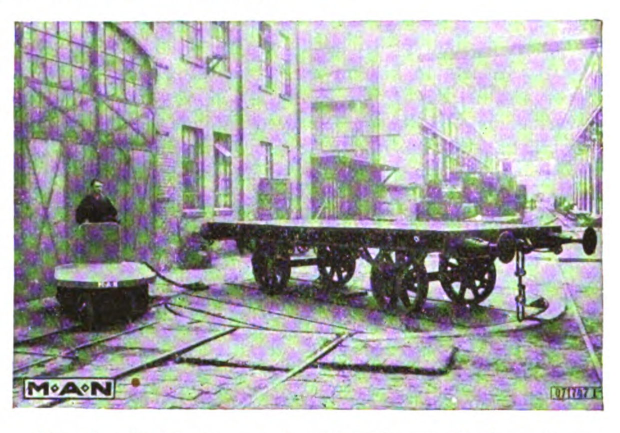



Abb. 3. Elektrokarren der MAN zum Drehen einer Drehscheibe verwendet.

Der Elektrokarren gestattet zur planmäfsigen Gestaltung des Förderwesens die Aufstellung von Fahrplänen, um zur höchsten Ausnutzung der Karren die Wartezeit zu vermindern und Leerfahrten tunlichst auszuschalten. Bei der Eisenbahn-Direktion Berlin ist, besonders in den Ausbesserungswerken Grunewald und Berlin, der Elektrokarrenbetrieb eingeführt und betriebstechnisch durchgebildet worden. In der Werkstatt Grunewald ist ein Fahrplan nach den bisherigen Betriebsergebnissen, die sich noch verbessern lassen, aufgestellt und wird auf der Münchener Verkehrsausstellung gezeigt werden. Es sind zwei Wagen zu je 750 kg und ein Wagen zu 1 500 kg Tragkraft im Betrieb. Die Wagen treten ihre Fahrten vom Stoffgebäude aus an, und Fahrer, wie alle Vorschlosser, Lagerausgeber, Kontrollstellen, sind über den Fahrplan unterrichtet und müssen die abzuholenden Teile bereit legen. Den Aufenthalt zur Übernahme der Werkstoffe will man noch durch Einführung von Kästen zur Einlagerung und von Anhängewagen mit Hubvorrichtung verkürzen, womit gleichzeitig Umladungen und Handtransporte verringert und die Karren geschont werden. Bei dem mehrstöckigen Stoffgebäude werden dann auch die Anhänger, deren Ladebühne dem Fahrstuhlkorb angepafst wird, unmittelbar in die Räume eingeführt und beladen. Gegenüber dem Gleisbetrieb, der auch schon nach Fahrplan erfolgte, ergeben sich z. Zt. durch Einsparung von fünf Arbeitern 37 % Ersparnisse, bei Berücksichtigung aller Unkosten für Lohn, Strom, Unterhaltung, Abschreibung, Verzinsung usw. Für den Elektrokarrenbetrieb sind allerdings vor allem gute Wege erforderlich, und das alte Kopfsteinpflaster ist daher vielfach umgesetzt und durch alte Schwellen und Holzbohlen ersetzt worden.

Die tonnenkilometrische Leistung der Wagen ist von ausschlaggebender Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit des Betriebs; leider kann infolge der Eigenart der Güter die Tragfähigkeit der Wagen nicht immer ausgenützt werden. Daher ist es beim Bau der Wagen wichtig, dafs die Führerstandswand nicht in ganzer Breite der Ladebühne durchgeht, damit sperrige Güter geladen werden können. Das Laden der Batterien erfolgt nachts zusammen mit der Telephonbatterie; das Abschalten bei gefüllten Akkumulatoren geschieht selbsttätig mit einem Pöhler-Schalter, mit welchem ein Klingelzeichen für den Wächter verbunden ist.

In der Werkstatt Berlin sind z. Zt. acht Elektrokarren in Betrieb, für welche an Bedienung 18 Mann, einschliefslich der Mannschaft für Ausbesserungen, erforderlich sind, während früher den gleichen Dienst 28 Mann verrichteten. Auch hier fahren die Wagen nach Fahrplänen. Die Ausrüstungen einiger Wagen mit Kränen zum Überheben von schweren Stücken hat sich als vorteilhaft erwiesen. Prz.

### Vergleichskosten des elektrischen Betriebes der Chicago—Milwaukee—St. Paul-Eisenbahn gegenüber Dampfbetrieb.

(Railway Age Nr. 9 v. 28. Februar 1925.)

Die Gesellschaft hat von der Hauptstrecke Harlowton—Tacoma (1380 km) im April 1916 von Harlowton bis Deer Lodge (365 km), im November 1916 von Deer Lodge bis Avery (340 km) und im März 1920 die Küstenstrecke von Othello bis Tacoma (335 km) in elektrischen Betrieb genommen. Von der Fahrdrahtleitung werden 3000 Volt Gleichstrom abgenommen. Die Bahn erreicht in den Rocky Mountains eine Höhe von 1936 m und führt in dem gebirgigen Gelände durch häufige Kurven von geringem Halbmesser und viele Tunnels. Aufser kürzeren steilen Strecken müssen z. B. 33,5 km Steigung 1 : 50 und 38,6 km Steigung 1 : 59 überwunden werden.

Für den Umbau der Strecken samt Fahrpark war ein Aufwand von 15 625 739 Dollars erforderlich. In den Jahren 1916 bis mit 1924 wurde eine Reinersparnis durch den elektrischen Betrieb von 12 400 007 Dollars erzielt, demnach etwas mehr als Dreiviertel der Gesamtkosten für die Elektrisierung. Bei Aufstellung der Berechnung wurden nur diejenigen Betriebskosten berücksichtigt, die durch den Wechsel der Betriebsart bedingt waren. Es wurde deshalb auch der durch elektrisches Bremsen der Züge erzeugte, in das Netz zurückgelieferte Strom und der infolge dieser Bremsart verursachte geringere Verschleifs an Radreifen und Bremsklötzen in Rechnung gezogen.

## Elektrische Bahnen; besondere Eisenbahnarten.

### Einführung des elektrischen Betriebes auf den Pariser Vorortstrecken der französischen Staatsbahnen.

Die französischen Staatsbahnen betreiben, von den Bahnhöfen Saint-Lazare auf dem rechten und Montparnasse und dem Invalidenbahnhof auf dem linken Seine-Ufer ausgehend, einen lebhaften Vorortverkehr. Die Gleise, die diesem Verkehr dienen sind zusammen über 800 km lang. In Übereinstimmung mit dem Vorgehen der französischen Eisenbahngesellschaften auf ihren Fernstrecken führt auch der Staat auf seinen Vorortstrecken zur Zeit elektrischen Betrieb ein. Die Vorarbeiten dazu sind schon seit 20 Jahren im Gange;

durch den Krieg unterbrochen, sind sie nach seiner Beendigung wieder aufgenommen und so gefördert worden, dafs auf den beiden Strecken nach Bécon-les-Bruyères und nach Bois-Colombes nunmehr elektrische Züge verkehren (Abb. 1).

Auf der Vorortbahn nach Versailles ist schon 1900 von der damaligen Westbahn elektrischer Betrieb eingeführt worden. In den folgenden Jahren sind umfangreiche Pläne zur Umwandlung des Dampfbetriebs in elektrischen aufgestellt worden, die mittlerweile wiederholt umgearbeitet worden sind und nun dazu geführt haben,

Als Kraftquelle wird, wie auf der Strecke vom Invalidenbahnhof nach Versailles, Gleichstrom von 650 Volt Spannung verwendet. Er wird in zwei Kraftwerken, die die Staatsbahnen zu diesem Zweck angelegt haben, in Bézons im Norden und in Moulineaux im Süden als Drehstrom von 15000 Volt mit 25 Wechseln erzeugt. Jedes von diesen Kraftwerken leistet z. Zt. 20000 kW; die Leistung soll bei vollem Ausbau auf je 40000 kW gesteigert werden. Unterirdische Kabel von insgesamt 300 km Länge führen den hochgespannten Strom zu den 14 Unterwerken, wo er umgeformt wird.

Den elektrischen Zügen wird der Strom durch eine dritte Schiene zugeführt. Sie wiegt 76 kg/m und ist aus 18 m langen Stücken zusammengeschweifst; in 250 m Abstand ist je ein Ausdehnungsstofs eingelegt. Die Stromschiene (Abb. 2) hat einen eigenartigen hakenförmigen Querschnitt. Der den Strom abnehmende Schuh bestreicht die Schiene auf der Innenseite des Hakens, so dafs eine Gefährdung der Stromzuführung bei Vereisung nach Möglichkeit ausgeschlossen ist. An Stellen, wo das Gleis von den Bediensteten betreten

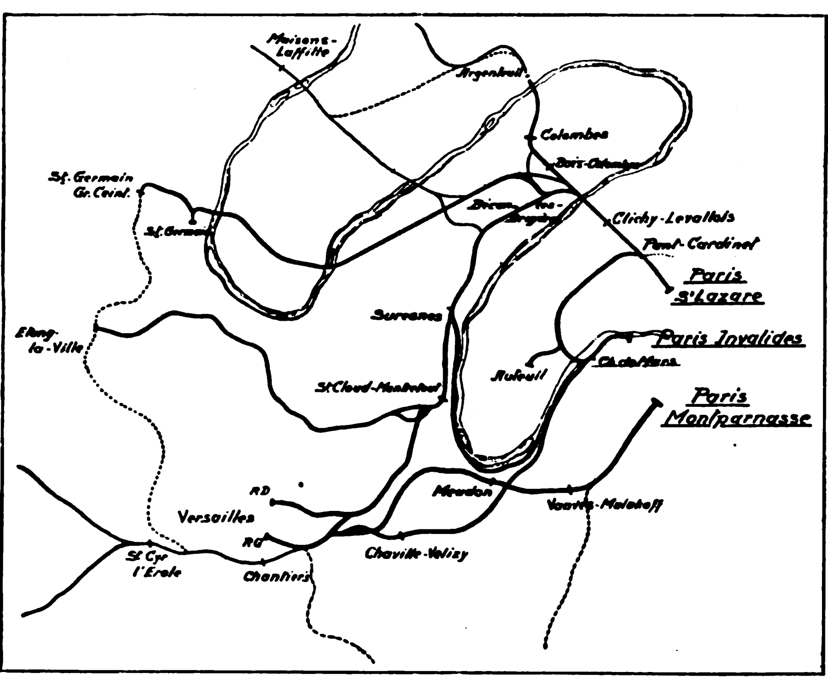



Abb. 1.

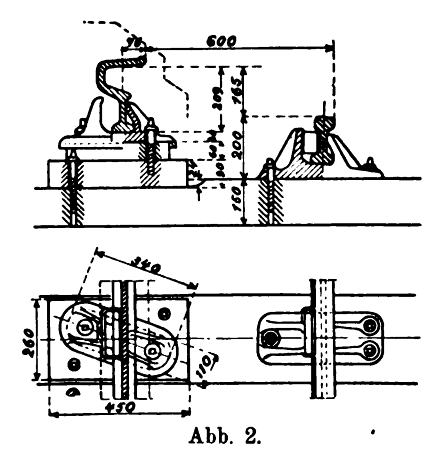



Abb. 2.

dafs auf den beiden erwähnten, vom Bahnhof Saint-Lazare, dem Mittelpunkt des Pariser Verkehrs, ausgehenden Strecken der elektrische Betrieb eröffnet worden ist. Dieser Bahnhof hatte schon 1910 einen Verkehr von 60 Millionen Fahrgästen. Infolge der Einführung des achtstündigen Arbeitstags drängte sich der Vorortverkehr noch mehr als früher auf eine kurze Zeit am Tage zusammen. Die 1400 Wagen und 150 Lokomotiven, die nötig waren, um diesen dichten Verkehr zu bedienen, wurden in den verkehrsschwachen Stunden schlecht ausgenutzt. Die Reisegeschwindigkeit betrug nur 25 km in der Stunde bei den überall haltenden, und 35 bis 45 km bei den Zügen, die einige Haltestellen unterwegs übergingen. Eine Verbesserung dieser Verhältnisse war nur durch Einführung elektrischen Betriebes möglich. Es galt, in der verkehrstärksten Stunde des Tages, zwischen ½6 und ½7 nachmittags, etwa 23000 Menschen aus Paris in die Vororte abzufördern. Der elektrische Betrieb bietet vor allem auch die Möglichkeit, die Zugstärke dem Verkehr anzupassen, und man hofft, bei ihm die Ausnutzung der verfügbaren Plätze, die bisher infolge des Wechsels zwischen verkehrsstarken und verkehrsschwachen Stunden wegen der gleichbleibenden Länge der Dampfzüge nur 18 bis 20 v. H. betrug, wesentlich zu erhöhen. Auch die Geschwindigkeit kann bei elektrischem Verkehr natürlich gesteigert und der Zugabstand verkürzt, die Leistung der Strecke also erheblich vermehrt werden.

Um die Vorteile des elektrischen Betriebs voll ausnutzen zu können, sind die Gleise für ihn vollständig von den mit Dampflokomotiven befahrenen Gleisen für den Fernverkehr getrennt. Man hat sich ferner zu einem Zonenverkehr entschlossen; die Vorortstrecken sind dazu in drei Zonen eingeteilt: eine 5 km-Zone, die bis Bécon-les-Bruyères und Colombes reicht, eine 10 bis 15 km-Zone mit Saint-Cloud, Rueil, Houilles und Argenteuil als Endpunkten und eine darüber hinaus bis Versailles, Saint-Germain, les Moulineaux, Marly und Pontoise reichende Zone. Die Züge der beiden äufseren Zonen sollen die inneren ohne anzuhalten durchfahren; dadurch soll die Reisegeschwindigkeit erhöht und die Zahl der Leerfahrten vermindert werden. Während bisher von 27 Gleisen des Bahnhofs Saint-Lazare 16 dem Vorortverkehr dienten, wird man in Zukunft mit elf Gleisen auskommen und dabei doch bis 44 Züge in der Stunde abfertigen können.

werden mufs, ist die Schiene durch eine isolierende Schicht (aus Basalt fondu: Basaltbeton?) mit geriffelter Oberfläche abgedeckt. Den Schienenkopf auf beiden Seiten übergreifend wird diese Auflage nur durch ihr Gewicht an Ort und Stelle gehalten. Die Stromschiene ist in 4 bis 5 m Abstand gegen besondere, verlängerte Querschwellen abgestützt. Die sie aufnehmenden Schienenstühle ruhen auf zwei mit Paraffin getränkten Holzkeilen, mit denen sie durch Schraubennägel verbunden sind. Zur Rückleitung des Stroms dienen die Fahrschienen.

Während für den Betrieb auf der Strecke vom Invalidenbahnhof nach Versailles sowohl elektrische Lokomotiven wie auch Triebwagen vorgesehen sind, wird auf den beiden vom Bahnhof Saint-Lazare ausgehenden Strecken der Verkehr nur mit Triebwagenzügen bedient. Ein Triebwagen und ein Anhänger bilden je eine Einheit. In den Zeiten lebhaften Verkehrs werden mehrere solcher Einheiten zu einem Zug zusammengestellt.

Die Triebwagen sind ganz aus Eisen gebaut. Ihr Wagenkasten ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen mit Rädern von 1,1 m Durchmesser. Alle Achsen sind angetrieben, und zwar von je einem Motor von 165 PS. Für die Stromabnahme von der dritten Schiene ist ein gefederter Schuh vorgesehen, der eingezogen werden kann, wenn die Wagen einmal über eine dampfbetriebene Strecke geschleppt werden. Der Aufbau bildet einen steifen kastenförmigen Körper; er ist 2,95 m breit, 4,02 m über SO. hoch und mifst über die Puffer 19,92 m. Am vorderen Ende befindet sich das 2,4 m lange Führerabteil; dann folgt ein ungefähr ebenso grofser Gepäckraum, der aber, mit Bänken versehen, auch Reisende aufnehmen kann. Den Hauptraum des Wagens bildet ein Abteil 2. Klasse mit 72 Sitzplätzen, in dem noch 70 Fahrgäste stehen können. Im Gepäckabteil können 40 Fahrgäste, darunter zehn sitzend, Platz finden. Die drei, auf die Längsseiten gleichmäfsig verteilten Türen sind mit Luftdruckelektrischem Verschlufs versehen, der vom Führerstand aus betätigt wird. Die Bänke sind, einen Mittelgang frei lassend, in Gruppen angeordnet, zwischen denen grofse, freie Räume für die stehenden Fahrgäste bleiben. Die Wagen wiegen 57 t, gegen die älteren Wagen der vom Invalidenbahnhof ausgehenden Strecke mit 73 t und einem geringerem Fassungsvermögen ein erheblicher Fortschritt.

Die Anhänger sind äufserlich ebenso gebaut wie die Triebwagen. Am hinteren Ende befindet sich ein kleiner Führerstand, so dafs eine aus Triebwagen und Anhänger bestehende Einheit von beiden Enden aus gesteuert werden kann. Der Wagenkasten enthält ein Abteil 1. Klasse mit 34 Sitzplätzen und ein Abteil 2. Klasse mit 56 Sitzplätzen. Beide Abteile zusammen bieten noch Raum für 97 stehende Fahrgäste. Die hohe Zahl der Stehplätze in beiden Arten von Wagen mufs auffallen; ihre volle Ausnützung soll nur auf den kurzen Fahrten in der ersten Zone zugelassen werden.

Am äufseren Ende haben Triebwagen und Anhänger selbsttätige Kupplungen, so dafs das Zusammensetzen der Einheiten zu Zügen schnell vor sich geht. Die beiden Wagen einer Einheit sind in der auch sonst üblichen Weise miteinander gekuppelt. Die selbsttätige Kupplung enthält zugleich die Verbindung für die Druckluftleitung der Bremse. Die elektrischen Leitungen müssen von Hand miteinander verbunden werden. Die selbsttätigen Kupplungen können umgelegt werden, wenn die Wagen am äufseren Ende mit solchen gekuppelt werden müssen, die nur die gewöhnliche Kupplung haben.

Der Unterschied in der Ausstattung der beiden Klassen ist nur gering, der Preisunterschied für ihre Benutzung aber sehr erheblich. Für die 2. Klasse wird nämlich auf den Vorortstrecken der Fahrpreis der 3. Klasse erhoben, und die meisten regelmäfsigen Benutzer fahren mit Arbeiterfahrkarten, die z. B. bis Rueil 2,45 Fr., bis Vésinet 2,85 Fr. wöchentlich kosten, während eine Jahreskarte 1. Klasse von Paris nach diesen beiden Haltestellen 386,70 Fr. und 552,50 Fr. kostet. Die Preise in der 1. Klasse sollen demnächst noch erhöht werden, während der Preis der Arbeiterfahrkarten beibehalten werden soll, obgleich bei diesen die Selbstkosten nicht gedeckt werden.

Die neuen Betriebsmittel verkehren seit Mai; sie haben sich bis jetzt gut bewährt. Mit ihnen wird die Fahrt von Paris nach Bécon-les-Bruyères oder Bois-Colombes mit dreimaligem Anhalten unterwegs in elf Minuten zurückgelegt. Die Züge folgen einander auf beiden Strecken in 15 Minuten Abstand, aber so verschränkt, dafs auf der gemeinschaftlich befahrenen Strecke $7^1/_2$ Minuten-Verkehr entsteht.

Man erwartet, dafs im Jahre 1925 der elektrische Betrieb bis Rueil und Saint-Germain, sowie bis Saint-Cloud wird ausgedehnt werden können. Bis zum Jahre 1927 soll er bis Versailles auf dem rechten Seine-Ufer, bis Saint-Nom-la-Bretèche und bis Argenteuil durchgeführt sein. Wernekke.

---

## Elektrischer Vorortbetrieb in Bombay.

(Railway Gazette Vol. XLII, Nr. 4 v. 23. 1. 25, S. 107.)

Bombay liegt auf einer Insel, deren Hauptausdehnung von Norden nach Süden verläuft. Mitten durch diese Insel laufen die Hauptstrecken der Great Indian Peninsula-Eisenbahn und der Bombay, Baroda and Central-India-Eisenbahn. Die erstere wendet sich im südlichen Teil der Insel nach der Ostküste, während die letztere mit ihrem südlichen Ende die Westküste fast bis zur äufsersten Spitze begleitet. An der Ostküste liegen die Hafenanlagen, und eine Nebenstrecke der Peninsula-Eisenbahn bildet die Zufahrt zu ihnen; auf dieser fand bisher hauptsächlich Güterverkehr statt, der Ausbau der Hafenanlage gibt aber Anlafs, den Personenverkehr zu verstärken. Die Peninsula-Eisenbahn hat daher diese Strecke neuerdings für elektrischen Betrieb ausgebaut und damit gleichzeitig einen wesentlich vermehrten Zugdienst für den Personenverkehr auf ihr eingeführt. Sie ist damit die erste Eisenbahn in Britisch Indien die den Übergang von Dampfbetrieb zu elektrischer Zugförderung macht, und merkwürdiger Weise tut sie dies, unmittelbar bevor sie vom Staate übernommen wird. Zugleich wurde die bisher stumpf endigende Hafenbahn mit ihrem südlichen Ende in den Endbahnhof Victoria der Peninsula-Eisenbahn eingeführt. Nach Norden teilt sich die elektrisch betriebene Strecke in zwei Teile. Der eine Zweig begleitet die Hauptstrecke der Peninsula-Eisenbahn bis Curla, das etwa 15 km vom Endbahnhof Victoria entfernt ist, der andere vermittelt den Übergang der weiter westlich gelegenen Hauptstrecke der Bombay, Baroda and Central India-Eisenbahn, auf deren Gleise die Peninsula-Eisenbahn von Mahim bis Bandra, ebenfalls 15 km vom Endbahnhof entfernt ein Mitbenutzungsrecht hat. Der elektrische Betrieb soll noch bis Kalyan, das 53 km nördlich Bombay liegt und bis wohin der Vorortverkehr reicht, ausgedehnt werden. Etwa Mitte 1927 ist die Fertigstellung der Arbeiten auf dieser Strecke zu erwarten.

Die Kraft für den elektrischen Eisenbahnbetrieb wird aus den Tata-Werken bezogen, die etwa 80 km von Bombay entfernt am Westabhang der Ghat-Berge liegen. Der Strom wird als 100 000 Volt-Wechselstrom mit 50 Wechseln geliefert und in zwei Umspannwerken auf 22 000 Volt Spannung umgewandelt. In dieser Form wird er den Unterwerken der Eisenbahn durch Kabel zugeführt, wo er zum Teil in Gleichstrom mit 1500 Volt Spannung für die Zugförderung, zum Teil in Drehstrom von 2 200 Volt Spannung zur Deckung des Kraft- und Lichtbedarfs der Bahnhöfe umgeformt wird. Auch die Eisenbahnwerkstätten werden an die neue Kraftquelle angeschlossen, so dafs die kleinen bahneigenen Kraftwerke, die die Werkstattanlagen für den Lokomotiv- und Wagenbau bisher mit Strom versorgten, stillgelegt werden können.

Im ganzen waren bei den jetzt in elektrischen Betrieb genommenen Strecken gegen 20 km Strecke und 45 km Gleis mit elektrischen Leitungen auszustatten. Bei Fortsetzung des elektrischen Ausbaus wird der viergleisige Betrieb bis Curla gehen, während es von dort bis Kalyan bei zweigleisigem Betrieb bewendet. Die Tragwerke für die Fahrleitung erstrecken sich auch auf dem Teil der Strecke, wo zunächst nur zwei Gleise für elektrische Zugförderung ausgestattet werden, über vier Gleise, so dafs später nur die neuen Fahrleitungen angehängt zu werden brauchen. Bis zu einer Spannweite von 39,3 m sind die Tragwerke allgemein ohne Mittelstützen ausgeführt. Um auf dem Bahnhof Victoria die gewünschte Freiheit beim Verlegen von Gleisen zu haben, ist man hier mit der Spannweite bis 61 m gegangen. An diesen Stellen hängen die Fahrleitungen an Drähten, die den Bahnhof überspannen und in Kettenaufhängung auf etwa 15 m hohen Türmen gelagert sind.

Eine besondere Form mufste für das Tragwerk der Fahrleitungen auf der Brücke gewählt werden, auf der die Hafenbahn die Hauptstrecke überschreitet. Die beiden Gleise liegen hier auf getrennten Trägern jedes für sich, und um die selbständige Bewegung jeder dieser Brücken ohne Beeinflussung durch die andere zu ermöglichen, sind die Tragwerke der Fahrleitungen, deren Füfse fest mit den Brücken verbunden sind, als Dreigelenkbogen ausgeführt. Die Tragwerke stehen in 67 m Abstand. In Krümmungen von weniger als ungefähr 1450 m Halbmesser ziehen Zwischenmaste den Fahrdraht in die Krümmung. In etwa 800 m Abstand sind besondere Abspannmaste aufgestellt, bei denen sich sowohl Fahrleitung wie Tragdraht übergreifen.

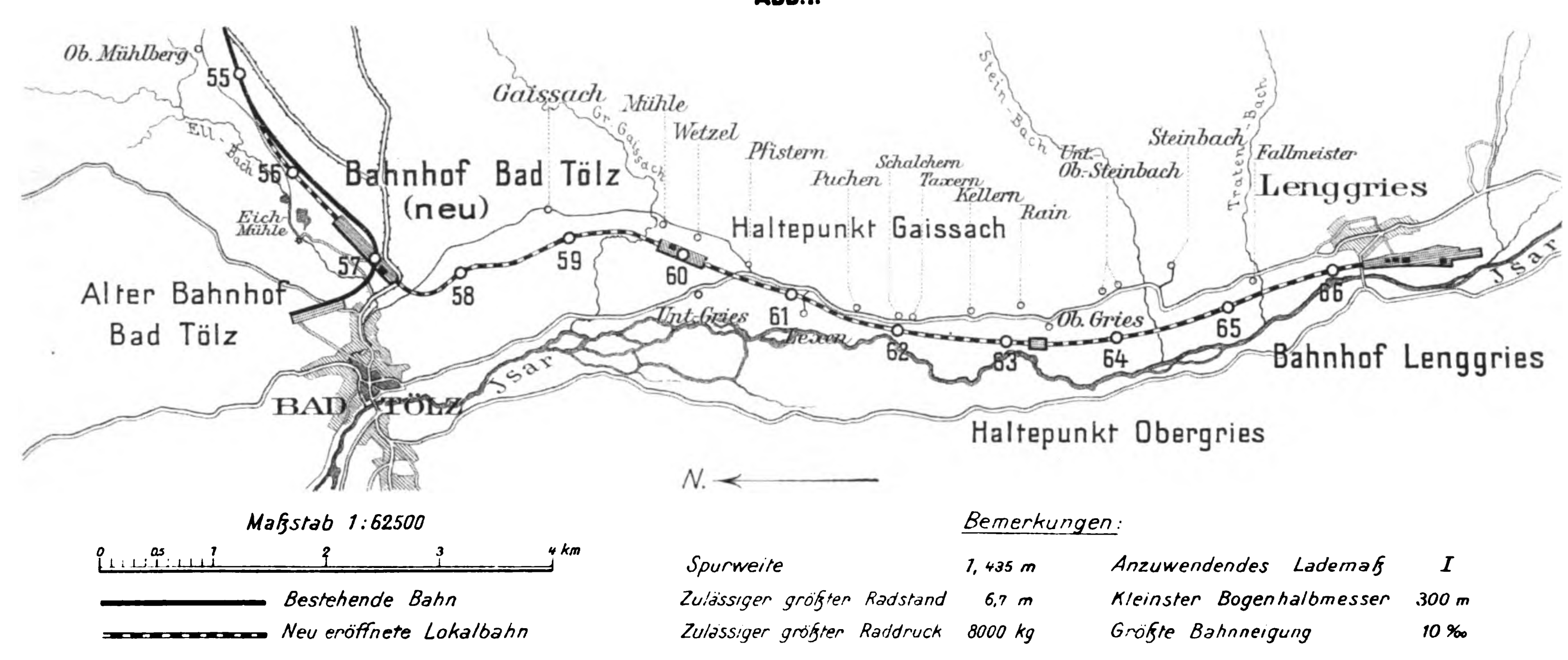
Zur Rückleitung des Stromes dienen die Fahrschienen; sie sind an den Stöfsen mit je zwei Verbindern leitend aneinander angeschlossen, die, um Diebstähle zu verhüten, unter den Laschen angeordnet sind. Die Löcher in den Schienen zur Aufnahme der Köpfe der Verbinder wurden an Ort und Stelle gebohrt; die Verbinder wurden in die Löcher eingedrückt mit Hilfe von Schraubenpressen, die zum Teil so gebaut wurden, dafs sie, um Störungen des Betriebs zu vermeiden, schnell abgenommen werden konnten.

Für den elektrischen Betrieb auf der Hafenstrecke sind neue Fahrzeuge beschafft worden. Sie sind in England gebaut worden, ebenso wie alle sonstigen Ausrüstungsteile für die neue Betriebsform aus England bezogen worden sind. Ein Zug von acht Wagen fafst 824 Fahrgäste, und zwar 30 in der 1., 88 in der 2. und 756 in der 3. Klasse. Für den Betrieb auf der Stammstrecke sind vorhandene Personenwagen als Anhänger ausgerüstet worden, während die Triebwagen neu beschafft worden sind. Der Regelzug ist aus vier Einheiten zusammengesetzt, von denen jede aus einem Triebwagen und einem Anhänger besteht. Während des Monsuns kommt es vor, dafs die Strecke bis 75 cm unter Wasser steht, und die Motorgehäuse haben daher an ihren Öffnungen Verschlufsvorrichtungen, mit deren Hilfe die Motoren während der Fahrt durch das Wasser wasserdicht abgeschlossen werden können. Auf grofse Anfahrbeschleunigung ist beim Bau der Wagen besonderer Wert gelegt worden. Die Wagen haben Luftsaugebremsen, und die Stromabnehmer werden ebenfalls mit Hilfe des Unterdrucks, der zur Betätigung der Bremsen erzeugt wird, bewegt. Wernekke.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

## Abb. 1 und 2. Zum Aufsatz: Die Lokalbahn Tölz-Lenggries und der neue Bahnhof Bad Tölz.

### Abb. 1.




### Abb. 2.

Neuer Bahnhof Bad Tölz. Km. 57,093 — Bahnhof Gaissach. Km. 59,892 — Haltepunkt Obergries. Km. 63,383 — Bahnhof Lenggries. Km. 66,566

5,140 — 2,799 — 3,491 — 3,182

Hauptbahnverlegung: Reichersbeuern-Tölz → ← Lokalbahn: Tölz-Lenggries

Mühlberg, Eichmühle, Tölz, Gaissach, Mühle, Wetzel, Untergries, Pfistern, Lexen, Puchen, Schalchern, Taxern, Kellern, Rain, Obergries, Untersteinbach, Obersteinbach, Steinbach, Fallmeister, Urtlmühle, Lenggries

Oberbayern

54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 km

Meter über Normalnull

⊥ = Überfahrt

Bahnhof links — der Bahn — rechts

Stationsentfernung in km

Entfernung von der Ortschaft in km.

a.) Höhenzahl der Bahnkrone.
b.) Neigungsverhältnis in ‰
c.) Länge in m.
d.) Krümmungshalbmesser.

# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

**Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen**

**Schriftleitung: Dr.-Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr.-Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

**80. Jahrgang** — **30. Juli 1925** — **Heft 14**

## Die Verstärkung der Brücke über die Trisannaschlucht.

Von Ministerialrat Ing. **Friedrich Roth,** Abteilungsvorstand der Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen.

Hierzu Abb. 1 bis 6 auf Tafel 20 und Abb. 1 bis 3 auf Tafel 21.

Auf der östlichen Zufahrtsrampe zum Arlbergtunnel überschreitet die Bahnlinie Innsbruck—Bludenz zwischen den Stationen Pians und Strengen unmittelbar hinter dem alten, malerisch gelegenen Schlosse Wiesberg auf der Trisannabrücke das Patznaunertal. Es war keine geringe Aufgabe, vor die sich die Erbauer dieser Talübersetzung gestellt sahen; die steilen Felswände der Schlucht in Verbindung mit der hohen Lage der Bahn — die Bahnkrone liegt hier 86 m über der Talsohle — bedingten ein Bauwerk, das zur Zeit seiner Entstehung, die in die Jahre 1883 bis 1884 fällt, zu den gröfsten seiner Art zählte und für welches damals kein Vorbild unter den Bahnbrücken des europäischen Festlandes gefunden werden konnte.

Aus einer ganzen Reihe von Entwürfen, unter denen sich, beiläufig bemerkt, nicht nur der Vorschlag für eine eiserne Bogenbrücke, sondern — ein besonders kühner Gedanke für jene Zeit — sogar ein solcher für eine Brücke mit 80 m weit gespannten Gewölben befand, wurde die der Ausführung zugrunde gelegte Lösung (Abb. 1) als die wirtschaftlichste gewählt. Hierbei kam für die Hauptöffnung der Brücke ein eisernes, auf nahezu 60 m hohen Steinpfeilern ruhendes Halbparabeltragwerk von 120 m Stützweite in Anwendung, an welches beiderseits anschliefsend gemauerte Viadukte mit Halbkreisgewölben von 9 m lichter Weite angeordnet wurden. Es könnte zunächst befremdlich erscheinen, dafs man trotz der grofsen Höhe des Mittelfeldes einem Tragwerk mit unten angeordneter Fahrbahn den Vorzug gab, statt einen Fischbauchträger mit in Obergurthöhe liegender Fahrbahn auszuführen; bestimmend für diese Wahl war das Bestreben, die Fahrbetriebsmittel auf der Brücke zwischen die Tragwände einzuschliefsen um bei einer etwaigen Entgleisung dem Absturze nach Möglichkeit vorzubeugen.

Abb. 1. Trisannabrücke. Zustand vor der Verstärkung.

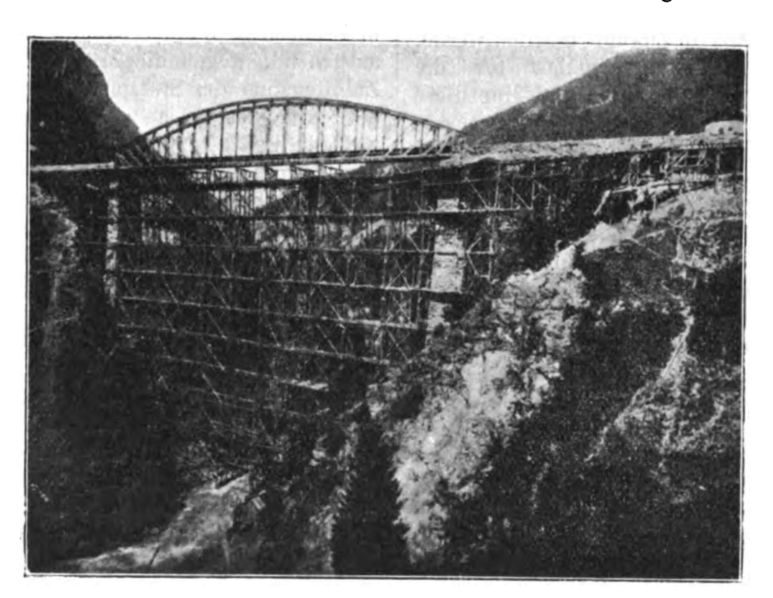


Abb. 2. Trisannabrücke. Einbau des alten Tragwerks.

Der Zusammenbau des Tragwerkes, für welches steirisches Schweifseisen verwendet wurde, erfolgte im Sommer des Jahres 1884 auf einem die ganze Mittelöffnung erfüllenden Gerüste, von dessen bedeutendem Holzbedarf die Abb. 2 einen Begriff gibt. Mit der Aufnahme des Betriebes der Arlbergbahn im Oktober des ebengenannten Jahres wurde auch die Brücke dem Verkehr übergeben. Sie blieb durch 26 Jahre unverändert in Dienst.

Der rasche Aufschwung des Verkehrs der neueröffneten Linie hatte zwar alsbald eine Steigerung der Fahrbetriebsmittelgewichte, namentlich in den Rampenstrecken, im Gefolge, doch blieb das Tragwerk, dank der Voraussicht seiner Erbauer, welche der Berechnung wesentlich höhere Lasten zugrunde gelegt hatten, als die damalige Brückenverordnung vorschrieb, den erhöhten Anforderungen zunächst gewachsen. Erst im Jahre 1910 ergab sich die Notwendigkeit, der inzwischen unaufhaltsam fortgeschrittenen Steigerung der Betriebslasten durch den Einbau drucksteifer Gegenstreben in den drei letzten Feldern jedes Brückenendes Rechnung zu tragen. Bei diesem Anlasse wurden auch die alten Stelzenlager der Brücke, die trotz wiederholter Eingriffe immer wieder die Neigung zum Schiefstellen der Stelzen zeigten, durch Rollenlager ersetzt.

Wenn nun auch der Überbau vermöge dieser Verbesserungen den augenblicklichen Verkehrsbedürfnissen wieder vollkommen entsprach, so liefs er doch, wenigstens in seiner alten Form, eine weitere Steigerung der Lasten nicht mehr zu; die Grenze des Tragvermögens der Brücke war erreicht und es wurden, sollte das Bauwerk nicht ein Hemmnis der ferneren Entwicklung werden, Mafsnahmen für die Zukunft notwendig. Man entschied sich damals für den Bau einer neuen Brücke, die bei gleichzeitiger Verlegung der Bahnlinie neben der bestehenden hätte errichtet

werden sollen. Die sofort in Angriff genommenen Vorarbeiten waren bereits weit gediehen, als sie durch die im Jahre 1914 einsetzenden kriegerischen Ereignisse eine Unterbrechung erfuhren. Sie wurden seither nicht wieder aufgenommen, weil die geänderten wirtschaftlichen Verhältnisse nach dem Kriege einem so grofsen Unternehmen wenig günstig schienen. Da aber trotzdem die Notwendigkeit, das Tragwerk den künftigen Betriebserfordernissen anzupassen, bestehen blieb, ja durch die geplante Einführung der elektrischen Zugförderung sogar dringend wurde, trat nunmehr die Frage nach der Verstärkungsfähigkeit des Überbaues in den Vordergrund.

Vom wirtschaftlichen Standpunkte schien eine befriedigende Lösung möglich. Eingehende Studien ergaben, dafs die durchgreifende Verstärkung des Tragwerkes nur etwa den zehnten Teil jener Summe kosten würde, die der Bau einer neuen Brücke erfordert hätte, dafs also die Zinsenersparnis, welche durch den Aufschub des Neubaues zu erreichen wäre, bereits nach etwa zwei Jahren volle Deckung der Verstärkungskosten böte. Da aber die Dauer der weiteren Verwendbarkeit des verstärkten Tragwerkes naturgemäfs wesentlich länger, zumindest mit etwa zehn Jahren, angesetzt werden konnte, so schien eine Ersparnis in der Höhe von wenigstens 40 v. H. der Neubausumme gesichert. Dazu kam der Vorteil, dafs der schliefslich doch unvermeidliche Neubau, dem durch die Verstärkung in keiner Weise vorgegriffen werden sollte, auf eine Zeit mit günstigeren wirtschaftlichen Verhältnissen verschoben werden konnte.

Auch technisch erwies sich die Verstärkung als durchführbar. Die tragenden Teilen des Überbaues entnommenen Eisenproben ergaben eine einwandfreie Beschaffenheit des Baustoffes und auch die eingehende Untersuchung des Tragwerkes lieferte den Nachweis eines tadellosen Erhaltungszustandes. Nachdem somit alle Voraussetzungen gegeben schienen, wurde die Verstärkung der Brücke beschlossen und der Verfasser mit der Ausarbeitung des Entwurfes und in weiterer Folge auch mit der Beaufsichtigung der Bauarbeiten betraut.

Als Berechnungsgrundlage kam für die Planung der durch die Norm I der gegenwärtig in Kraft stehenden österreichischen Brückenverordnung vorgeschriebene Belastungszug in Betracht. Darüber hinausgehend sollte aber noch, damit auch der Übergang einzelner schwerer Fahrbetriebsmittel in Zukunft möglich werde, die durch die Verordnung vorgesehene Nutzlast für die Fahrbahnträger um 12 v. H. erhöht werden, so dafs für diese Bauteile Achsdrücke von 18 t und, an ungünstigster Stelle sogar, eine Achse von 22,5 t in Rechnung zu stellen waren. In Abb. 1, Taf. 20 ist dieser Lastenzug jenem gegenübergestellt, welcher der Berechnung des alten Tragwerkes seinerzeit zugrunde gelegt worden war. Wie schon ein flüchtiger Vergleich dieser beiden Züge vermuten läfst, ergab die eingehende Nachrechnung des bestehenden Tragwerkes für die neue Belastungsannahme in allen Bauteilen mit Ausnahme der Windverbände, für welche die Vorschriften keine nennenswerte Änderung erfuhren, wesentliche Überschreitungen der zulässigen Baustoffanstrengungen, so dafs sowohl für die Hauptträger, als auch für die Fahrbahnteile sich die Notwendigkeit einer durchgreifenden Verstärkung herausstellte.

Die gröfste Schwierigkeit der Aufgabe lag naturgemäfs in der Verstärkung der Haupttragwände, für welche, neben der selbstverständlichen Forderung einer tunlichst geringen Verkehrsbehinderung während der Bauarbeiten, der Umstand ausschlaggebend war, dafs an die Verwendung fester Rüstungen, mit deren Hilfe eine wenn auch nur teilweise Entlastung des Tragwerks während der Bauarbeiten sich hätte erzielen lassen, der hohen Kosten wegen nicht gedacht werden konnte. Damit war auch die bisher in der Regel angewandte Art der Verstärkung — Vergröfserung des tragenden Querschnittes der einzelnen Bauteile — nicht anwendbar, weil sich hierbei eine wirtschaftliche Ausnutzung des Baustoffes nur dann erzielen läfst, wenn es gelingt, die Tragwandglieder zumindest von den Eigengewichtsspannungen zu befreien. Von den Lösungen, deren Erfolg an diese Voraussetzung nicht gebunden ist, traten zwei in engeren Wettbewerb. Der eine dieser beiden Vorschläge sah den Zubau je einer neuen, dritten Tragwand an der Aufsenseite jedes Hauptträgers vor, während bei dem anderen die Anbringung eines dritten, als Zugband wirkenden Gurtes ins Auge gefafst wurde. Vergleichende Studien liefsen die zweite Lösung als empfehlenswerter erscheinen und deshalb wurde sie auch dem endgültigen Entwurfe zugrunde gelegt.

Die Wirkungsweise eines dritten Gurtes von der in Abb. 2, Taf. 20 wiedergegebenen Anordnung ist ohne weiteres verständlich. Können aber beim nachträglichen Einbau eines solchen Zuggurtes, wie im vorliegenden Falle, nur Hängegerüste zur Anwendung gelangen, und würden hierbei sämtliche Nietverbindungen sofort endgültig geschlossen, so bliebe der alte Überbau auch nach Fertigstellung der Verstärkung durch das Eigengewicht der neuen Teile ständig beansprucht, während der dritte Gurt blofs unter der Zugsbelastung in Spannung käme. Eine solche Wirkungsweise wäre wenig befriedigend gewesen und mufste durch besondere Mafsnahmen vermieden werden. Man hat in ähnlichen Fällen nach vorangegangener Fertigstellung des Entlastungsgurtes diesen durch Anheben des alten Tragwerks vor Vernietung der Stützpfostenanschlüsse gezwungen, einen Teil der bleibenden Last des bestehenden Überbaues zu übernehmen, wobei das Mafs der Hebung durch Rechnung, oder besser durch Versuch ermittelt werden mufste*). Dieser Arbeitsvorgang wird jedoch bei Tragwerken von solch bedeutenden Abmessungen, wie sie der Überbau der Trisannabrücke aufweist, aufserordentlich schwierig. Namentlich kann die Unsicherheit in der erzielten Spannungsverteilung, die beim Anheben eines Tragwerks an vielen Punkten — im vorliegenden Falle wären es ihrer 18 gewesen — unvermeidlich ist, und die noch durch den hohen Grad der statischen Unbestimmtheit des Hauptträgers vergröfsert wird, den beabsichtigten Erfolg stark beeinträchtigen. Es wurde daher von einer künstlichen Anspannung des Verstärkungsgurtes ganz abgesehen und für die Ausführung folgender Arbeitsplan festgesetzt:

1. Der Zusammenbau des Gurtes samt seinen Querverbindungen und samt dem Windverbande erfolgt, von beiden Tragwerksenden ausgehend, gegen die Mitte zu auf Hängegerüsten, die unter Zuhilfenahme der Stützpfosten herzustellen sind. Der Anschlufs der Stützpfosten an den bestehenden Überbau (Punkte a in Abb. 2, Taf. 20) wird zunächst nur durch Verschraubung bewerkstelligt, während die übrigen Stofsstellen sofort endgültig zu vernieten sind. Die Windverbandanschlüsse sind zunächst nur an je einem Ende jeder Strebe herzustellen; ebenso bleiben die Anschlüsse der Tragwandlängsriegel in den Punkten b vorläufig offen.

In diesem Zustande ist der alte Überbau durch das gesamte Gewicht der Verstärkungsteile und der Rüstungen belastet und weist infolgedessen gegenüber seiner ursprünglichen Form eine entsprechende Einsenkung auf. Nach Herstellung des Gurtschlusses (im Punkte 11), der in einer mehrstündigen Verkehrssperre erfolgt, tritt der dritte Gurt unter jeder Zugslast bereits in Spannung, erfährt aber bei unbelasteter Brücke, von der geringfügigen Wirkung etwa auftretender Wärmeunterschiede in den Tragwandteilen abgesehen, keinerlei Beanspruchung.

2. Durch Lösen der Schraubenverbindungen a wird der Gurt samt seinen Verbänden mittels Winden in jene Lage abgesenkt, die er vermöge der durch seine Eigenlast hervorgerufenen elastischen Formänderungen einzunehmen strebt.

Da nun das Gesamtgewicht der Verstärkungsteile vom dritten Gurt allein getragen und unmittelbar an die beiden Stützpunkte des Tragwerks abgegeben wird, ist der alte Überbau nunmehr

*) Vergl. Schweizerische Bauzeitung Jahrg. 1901: **Lubini**, Einige Brückenverstärkungen der Gotthardbahn.

vom Gewicht der neuen Teile nicht nur vollständig entlastet, sondern er erfährt noch eine weitere Entlastung durch den unterhalb seiner Schwerachse angreifenden wagrechten Schub des Verstärkungsgurtes.

Die unter der Last der neuen Teile aufgetretene Einsenkung verschwindet wieder und macht einer Sprengung gegenüber der ursprünglichen Gurtlinie Platz. Dabei haben sich die Stofsfugen in den Punkten a um das Mafs der gegenseitigen Verschiebung der Knotenpunkte des Unter- bzw. Hängegurtes geöffnet.

3. Die Verbindungen der Stützpfosten bei a werden wieder hergestellt.

Der dritte Gurt übernimmt nun aufser seiner Eigenlast auch den ihm zukommenden Teil der Verkehrslasten. Die unter 2. und 3. genannten Arbeiten sind in der gleichen Verkehrspause vorzunehmen.

Den Erfordernissen dieses Arbeitsplanes gemäfs wurde der Bauentwurf aufgestellt, dessen wichtigste Einzelheiten den Abb. 2 und 3, Taf. 21 zu entnehmen sind.

Die Pfeilhöhe des Verstärkungsgurtes wurde gleich jener des parabolischen Tragwerksobergurtes mit 10,5 m angenommen, der Gurt selbst jedoch nicht nach der reinen Parabel gekrümmt, sondern jener Seillinie entsprechend geführt, die aus den nach Absenken des Gurtes (Punkt 2 des Arbeitsplanes) tatsächlich auftretenden Knotenlasten errechnet wurde. Die Abweichung dieser Linie von der Parabel ist so geringfügig, dafs sie dem Beschauer am ausgeführten Bauwerke nicht merkbar wird und also auch keinen störenden Eindruck erweckt; es sollte aber durch diese Anordnung dem Auftreten von Nebenspannungen im frei gelassenen Gurte nach Möglichkeit begegnet werden. Um den Einbau der einzelnen Gurtstäbe, die durch die Fahrbahn der Brücke an ihre Plätze hinabgelassen werden sollten, zu erleichtern, erhielt der Gurtstrang in jedem Knoten einen Gesamtstofs, zu dessen Deckung auch die Windverbandknotenbleche herangezogen wurden. Abweichend von den verwandten schweizerischen Ausführungen, bei welchen, wenigstens soweit dem Verfasser bekannt, die Verstärkungsgurte überall in einigem Abstande von den Auflagerpunkten an Zwischenknoten angeschlossen erscheinen, gelang es in vorliegendem Falle, den dritten Gurt bis an die Endknotenpunkte zu führen und damit eine noch günstigere Wirkung zu erzielen. Allerdings ergab sich hierbei die Notwendigkeit einer Verstärkung der Untergurte in den beiden letzten Feldern jedes Brückenendes, die aber keine besondere Schwierigkeit bot. Bei der Ausbildung dieser wichtigen Endknotenpunkte wurde auf den guten Anschlufs des Gurtquerschnittes besonderer Wert gelegt; aus diesem Grunde erhielten nicht allein die Stegbleche, sondern auch die Kopfbleche durch eigene, zwischen Lagerkörper und Überbau eingeführte Platten unmittelbare Verbindung mit den Untergurten. Zwecks Einbau dieser Verbindungsglieder mufste die Brücke von ihren Lagern abgehoben werden. Da aber die für das Ansetzen der Hebevorrichtungen allein in Frage kommenden alten Endquerträger nicht imstande gewesen wären, das Gewicht des Überbaues zu übernehmen, wurde deren Ersatz durch hinreichend starke Vollwandträger in den Entwurf aufgenommen. Für die Durchbildung dieser Träger, namentlich ihrer Anschlüsse an die bestehenden Eckbleche, war die Absicht, diese Querträger in einem Stücke einzubauen, bestimmend.

Eine besondere Ausgestaltung erhielten die Anschlüsse der Stützpfosten an den Tragwerksuntergurt. Jeder Ständer wurde an seinem oberen Ende aus zwei gegeneinander verschieblichen Teilen A und B (Abb. 3, Taf. 20) hergestellt, von welchen der Teil A mittels Kopfwinkel und Flachlaschen, die durch Schlitze in den Windstrebenknotenblechen geführt sind, Anschlufs an den Untergurtknoten erhielt, während Teil B zunächst nur durch vier Winkel w mit diesem Oberteil verschraubt wurde. Diese Verbindung war so bemessen, dafs sie nicht nur während des Einbaues das Gewicht der Verstärkungsteile samt der Einrüstung zu tragen vermochte, sondern auch imstande war, die in der Zeitspanne zwischen dem Schlufs des dritten Gurtes und seiner Absenkung auf sie entfallenden Wirkungen der Verkehrslast zu übernehmen. Zum Zwecke der Absenkung des Verstärkungsgurtes waren die Schrauben s zu lösen, so dafs sich die Stützpfosten nunmehr in ihre neue Lage einstellen konnten. Da die beiden Teile A und B nach der hierbei eintretenden Verschiebung die in der Abbildung gezeichnete gegenseitige Lage einnehmen sollten, waren die zu erwartenden Knotenbewegungen schon bei der Verbindung der beiden Teile durch die Winkel w entsprechend berücksichtigt worden. Für Abweichungen von der rechnerisch ermittelten Endlage war ein Spielraum von $\pm$ 100 mm vorgesehen. Die endgültige Verbindung beider Teile unmittelbar nach dem Absenken des Verstärkungsgurtes erfolgte zunächst durch Einführung von je zwei Keilpaaren bei jedem Ständeranschlufs, von welchen das obere Keilpaar einer Verlängerung, das untere Paar jedoch einer Verkürzung des Ständers entgegenwirkt. Um einem Ausweichen der äufseren Führungswinkel M infolge der Keildrücke vorzubeugen, waren noch geschmiedete Klammern K vorgesehen, die erst gelegentlich der Vernietung des Anschlusses entfernt wurden. Jeder Keil wurde durch eine Schraube b gegen Lockerwerden versichert. Zweck der Verkeilung war, die Anschlüsse der Ständer, für deren Vernietung die verhältnismäfsig kurze zur Verfügung stehende Gleissperre nicht ausgereicht hätte, rasch bewirken zu können; die sonst am meisten Zeit beanspruchende Bohrarbeit konnte bei dieser Art der Verbindung auf die Herstellung der wenigen Schraubenlöcher b beschränkt werden. Zwecks endgültiger Verbindung der beiden Teile A und B wurden sodann, unbehindert vom Verkehr, die nur durch einen Teil der Eisendicke reichenden Löcher $l_1$ und $l_2$ ganz durchgebohrt und vernietet und schliefslich auch die einseitig versenkten Niete n durch solche ersetzt, welche alle Blechstärken miteinander verbinden.

Alle übrigen Teile der Hauptträgerverstärkung sind in der allgemein üblichen Weise durchgebildet und geben daher zu besonderen Bemerkungen keinen Anlafs.

Die Verstärkung der Fahrbahnträger bot keine nennenswerten Schwierigkeiten. Hier war es vor allem die Forderung nach Vermeidung jeder Betriebsstörung, welche für die Wahl der Verstärkungsart den Ausschlag gab. Durch die Anwendung von Hängewerken für die Versteifung der Längsträger, die unter den verkehrenden Zügen eingebaut werden konnten, wurde es möglich, das störende Abheben des Oberbaues, wie es beim Einbau neuer Kopfbleche notwendig geworden wäre, ganz zu vermeiden. Um ein sicheres Mitwirken der neuen Teile zu erreichen, wurden vorerst nur die Stellen A und a jedes Hängewerks (siehe Abb. 4, Taf. 20) vernietet, das Verbohren und Vernieten der Anschlüsse B aber erst nach gegenseitiger Verspannung je zweier benachbarter Hängewerke bewirkt, eine Arbeit die bei entsprechender Vorbereitung leicht während der fahrplangemäfsen Zugspausen durchgeführt werden konnte, und durch die somit eine Hemmung des Verkehrs nicht eintrat.

Bei den Querträgern hätte sich dank der geringen Beanspruchung infolge des Eigengewichtes durch Vergröfserung der tragenden Querschnitte eine befriedigende Verstärkung erzielen lassen, wenngleich der Umstand, dafs diese Träger als Fachwerke ausgebildet sind, die Ausführung einigermafsen erschwert hätte. Nun war es aber naheliegend, die für die Versteifung des grofsen Hängewerks ohnehin notwendigen Querverbindungen gleich auch zur Querträgerverstärkung heranzuziehen. Die oberen Querriegel der Andreaskreuze wurden zu diesem Zwecke entsprechend tragfähig ausgebildet, und durch Vermittlung niedriger, über den Mittelknoten angeordneter Stühle zur Unterstützung der oberhalb liegenden Querträger herangezogen. Da die Querriegel aber bei der Absenkung des

dritten Gurtes mit diesem ihre Lage veränderten, konnten die schliefslichen Höhenabmessungen dieser Stühle erst nach vollzogener Hauptträgerverstärkung ermittelt werden. Jeder Stuhl wurde in zwei getrennten Teilen eingebaut, von welchen der obere, Kopfwinkel und Stegblech umfassende Teil mit dem Querträger, der von den Fufswinkeln gebildete untere aber mit dem Querriegel vernietet wurde. Hierauf erst erfolgte das Verbohren der Löcher für die Verbindungsniete n (vergl. Abb. 3, Taf. 21). Durch diesen Einbauvorgang konnte auch bei der Querträgerverstärkung eine sicher zu beurteilende Kraftübertragung und somit ein plangemäfses Zusammenwirken der alten und neuen Teile erzielt werden.

Zur Aufnahme der Bremswirkungen, denen die Querträger der in starker Steigung liegenden Brücke in besonderem Mafse ausgesetzt sind, erhielt das Tragwerk in vier Feldern Bremsverbände. Die Lastübertragung auf diese Verbände erfolgt durch die bereits erwähnten Schwellenträgerhängewerke, die in den betreffenden Feldern bis zur Ebene des unteren Windverbandes hinabgeführt sind und dort Anschlufs an die Bremsträger erhielten.

Schliefslich wären noch zwei Mafsnahmen zu erwähnen, die zwar keine unmittelbare Erhöhung der Tragfähigkeit des Überbaues bezweckten, durch welche aber eine wesentliche Versteifung des alten Tragwerks erreicht wurde. Es war dies die Aussteifung der mittleren Hauptträgerstreben und die Auswechslung der beiden oberen Endquerverbindungen in den Obergurtknotenpunkten 2 (vergl. Abb. 2, Taf. 20).

Die durchwegs flach ausgebildeten Streben des Tragwerks zeigten in den mittleren Feldern, in denen sie bei verhältnismäfsig geringem Querschnitt schon grofse Längen besitzen, bei der Vorüberfahrt von Zügen nicht unbedeutende seitliche Schwankungen, die sich auch den übrigen Tragwerksgliedern mitteilten. Durch Einbau von Aussteifungen in der bei Streben allgemein üblichen Form konnte dieser Übelstand vollkommen behoben werden.

Der Umbau der oberen Endquerverbindungen war, abgesehen von ihrer für ein so grofses Tragwerk etwas zu schwachen Querschnittsbemessung, schon aus dem Grunde notwendig, weil der für den kommenden elektrischen Betrieb geforderte Umrifs des lichten Raumes an diesen Stellen nicht gewahrt erschien. Die neue, vollwandig ausgebildete Querverbindung (Abb. 5, Taf. 20) wurde so entworfen, dafs ihr Einbau, noch vor Entfernung der alten Aussteifung erfolgen konnte, dafs das Tragwerk somit in keinem Augenblicke dieser wichtigen Rahmenverbindung entbehren mufste.

Nachdem die Herstellung der Verstärkungsteile in der Werkstätte soweit vorgeschritten war, dafs eine Stockung nicht mehr zu befürchten stand, begannen die Arbeiten an der Baustelle im Sommer 1922 mit dem Einbau der eben erwähnten oberen Querverbindungen und dem für die Stützpfostenanschlüsse notwendigen Ausschlitzen der unteren Windverbandknotenbleche. Für die letztgenannte Arbeit war die Verwendung von Schneidebrennern nicht zugelassen worden, um eine Beschädigung der Untergurte in der Umgebung der Schlitzstellen zu verhüten; die Herstellung der Schlitze wurde vielmehr durch Ausbohren der Bleche bewirkt, und lieber der hierdurch bedingte gröfsere Zeitaufwand in Kauf genommen.

Gleichzeitig waren auch die Vorbereitungen für den Ersatz der alten Endquerträger getroffen worden. Nach Entfernen der die letzte Brückenschwelle tragenden Konsolen wurde zunächst eine besondere Hilfsquerverbindung H (Abb. 6, Taf. 20) eingebaut, der die Aufgabe zufiel, nach Entfernung des alten Querträgers die gegenseitige Absteifung der Tragwände zu übernehmen. Die Maschenteilung dieser Querverbindung war so gewählt, dafs alle Anschlufsstellen des alten wie auch des neuen Querträgers leicht zugänglich blieben. Inzwischen waren auch alle Anschlufsnieten der Schwellenträger des letzten Feldes durch Schrauben ersetzt und diese Träger selbst auf einen kräftigen Holzbock gelagert worden, während die letzte Schwelle mit Stempeln gegen das Widerlager abgestützt worden war. Nach diesen Vorbereitungen konnte sodann der alte Querträger mittels Gebläsebrenner in handliche Stücke zerschnitten und entfernt werden. Alle diese Arbeiten waren unter Ausnützung der fahrplanmäfsigen Zugspausen bewirkt worden. Erst zum Einbringen des neuen Querträgers wurde eine sechsstündige Gleissperre erforderlich, in welcher, nach Lösen der benachbarten Schienenstöfse, das Schwellenträgerfeld samt seinem Oberbau beiseite gehoben, und der neue Querträger in lotrechter Lage, an den Eckblechen gleitend, eingesenkt wurde. Da die Bohrung der Anschlufslaschen des neuen Querträgers gleich nach Entfernen des alten durch Anlegen der Platten an die Eckbleche des Tragwerkes schon vorher bewirkt worden war, erschien eine genaue Übereinstimmung der Löcher und damit eine leichte Verschraubbarkeit der Teile gesichert. Nach Ausheben der Hilfsquerverbindung wurden die unterdessen verlängerten Schwellenträger wieder aufgelegt, mit den Querträgern gleichfalls verschraubt und die Schienenstöfse geschlossen, womit die Brücke wieder befahrbar war. Der Ersatz der Schrauben durch Niete erfolgte nachträglich schrittweise während des Zugsverkehrs.

Der gleiche Vorgang wurde, unter Verwendung derselben Hilfsquerverbindung, zwei Tage später bei der Auswechslung des Endquerträgers am zweiten Brückenende eingehalten.

Mit dem Abschlufs dieser Arbeiten waren nunmehr auch die Vorbedingungen für den Einbau des grofsen Hängewerks gegeben, der mit der Herstellung der Gurtanschlüsse bei den Auflagerknoten in Angriff genommen wurde. Während das Anbringen der Stegknotenbleche, welches gleichzeitig mit der Verstärkung der anschliefsenden Untergurte vorgenommen wurde, leicht von statten ging, bot das Einpassen und Vernieten der zwischen Tragwerk und Lagerkörper eingreifenden Anschlufsbleche insofern einige Schwierigkeit, als das 500 t schwere, und in einer Steigung von 25 $^0/_{00}$ liegende Tragwerk hierbei zur Schaffung eines genügenden Arbeitsraumes um etwa 30 cm gehoben werden mufste. In zwei je vierstündigen Gleissperren wurde aber auch diese Arbeit ohne Zwischenfall bewältigt. Nachdem auch noch die Stützpfosten in allen Knotenpunkten eingebaut waren, erfolgte die Herstellung des Hängegerüstes mit Hilfe eines auf besonderer Laufbahn über die ganze Brückenlänge beweglichen Fahrstuhles, der, an Kettenflaschenzügen hängend, in die jeweils erforderliche Höhenlage eingestellt werden konnte. Die Anordnung dieses Gerüstes ist aus Abb. 1, Taf. 21, sowie aus Textabb. 3 zu entnehmen. Sämtliche Bauteile wurden vom Lagerplatze auf leichten, im Bahngleis laufenden Rollwagen zur Stelle geschafft und mit Hilfe von Seilzügen, die von zwei auf Rüstungen unter der Fahrbahn aufgestellten Winden betätigt wurden, in einfachster Weise abgesenkt. Sämtliche Gurtstäbe mit Ausnahme des Gurtes 10 bis 11 waren bereits in der Werkstatt genau abgelängt worden, so dafs die Vernietung dem Vorbau in angemessenem Abstande folgen konnte. Die endgültige Länge des als letzter zum Einbau gelangenden Stabes 10—11 konnte aber von vornherein nicht mit völliger Sicherheit ermittelt werden, weil sie nicht allein von den wohl mit aller Sorgfalt nachgeprüften Abmessungen des alten Tragwerks abhing, sondern auch vom Mafse der elastischen Einsenkung des Überbaues unter der Last der neuen Teile und der Rüstungen beeinflufst werden mufste. Wiewohl nun auch die zu erwartende Durchbiegung der Brücke durch eine mit genau gewogenem Wagenzuge vorgenommene Erprobung bestimmt worden war, so blieb doch das nicht mit aller Schärfe zu ermittelnde Gewicht der Rüstungen als Unbekannte in der Rechnung. Gurt 10—11 wurde darum in der Werkstätte nur an einem Ende angearbeitet und erhielt an seinem anderen Ende eine Überlänge von 100 mm, die für die unvermeidliche

Unsicherheit genügend Spielraum bot. In der Tat zeigte sich beim Einpassen des Stabes, dafs er gegenüber seiner plangemäfsen Länge um 25 mm gekürzt werden mufste.

Im Arbeitsplane war ursprünglich vorgesehen, das Verbohren und Vernieten des letzten Gurtstofses (in Knoten 11) in der gleichen Verkehrssperre vorzunehmen, in welcher auch die Absenkung des dritten Gurtes erfolgen sollte. Da der engbegrenzte Raum aber nur die Anstellung je einer Arbeitsmannschaft bei jeder Tragwand gestattete, für das Schliefsen des Stofses also mehrere Stunden erforderlich waren, während andererseits die vorgerückte Jahreszeit nur mehr etwa acht durch Tageslicht erhellte Arbeitsstunden bot, mufste für das Schliefsen des Gurtes eine besondere Gleissperre eingelegt werden. Wohl führte dieser Bauvorgang dazu, dafs nunmehr die Ständer schon vor der endgültigen Verbindung ihrer beiden Teile A und B unter jeder Zugsbelastung Beanspruchungen erfuhren, dies konnte aber unbedenklich zugelassen werden, weil, wie bereits erwähnt, die Querschnittsbemessung der vorläufigen Verbindung w unter Annahme dieses Falles erfolgt war.

Abb. 3. Trisannabrücke. Verstärkungsgurt im Bau.

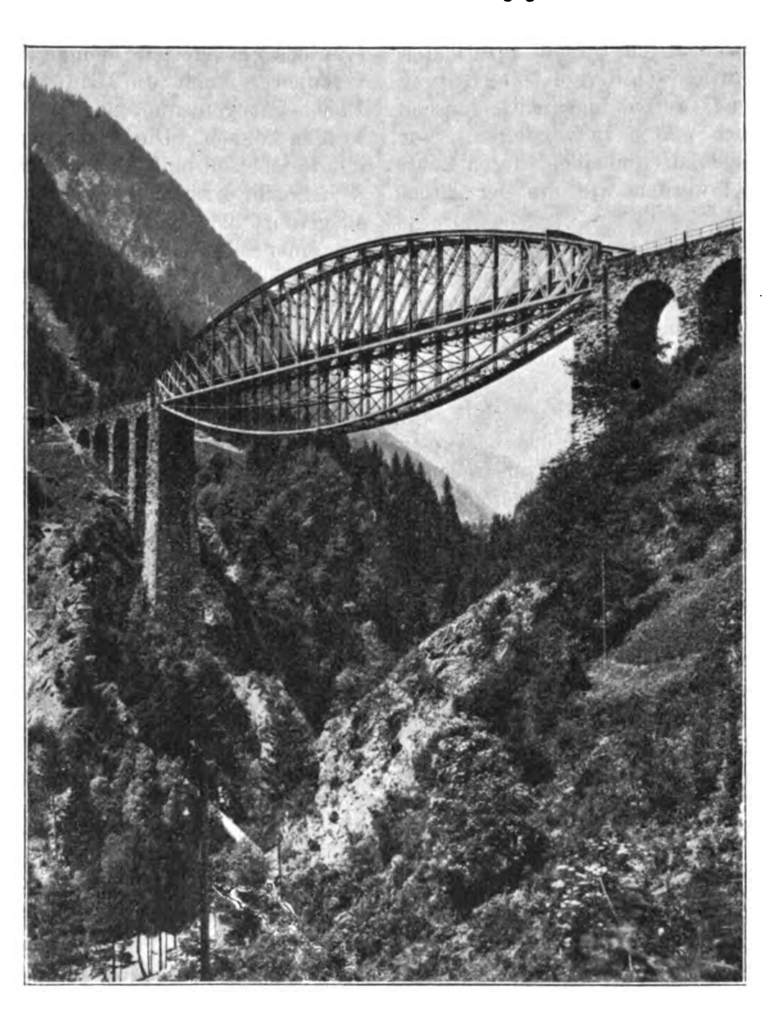


Abb. 4. Trisannabrücke. Tragwerk nach der Verstärkung.

Für die Absenkung des dritten Gurtes wurden, von Punkt 3 beginnend, in jedem zweiten Knoten Schraubenwinden angebracht. Ihre Anordnung, die aus Abb. 3, Taf. 20 zu ersehen ist, ermöglichte es, nach Lösen der Verschraubungen den Verstärkungsgurt samt allen seinen Verbänden durch Nachlassen der Spindeln zu senken. Aus Gründen der Sicherheit waren an den gleichen Knotenpunkten die einer Verlängerung der Ständer entgegenwirkenden oberen Keilpaare eingeführt, aber nicht festgezogen, sondern mit einigen Millimetern Spiel belassen worden. Während der Senkung wurde darauf geachtet, dafs dieser Spielraum erhalten blieb, so dafs die Keile, ohne die Senkung zu behindern, doch in Bereitschaft standen, beim etwaigen Bruch einer Spindel die Lasten zu übernehmen und so das Tragwerk vor einer unzulässigen Verformung zu bewahren. Das Ausmafs der zu erwartenden Bewegungen war für jeden Knotenpunkt berechnet und, in 20 Stufen unterteilt, bei jedem Ständer an geeigneter Stelle angerissen worden, so dafs die bei der Senkung jeweils erreichte Verschiebung in jedem Augenblick überprüft werden konnte. Die mit zwei Männern für jede Winde bemessene Arbeitsmannschaft stand unter Aufsicht je eines Vorarbeiters für eine Windengruppe, während gleichzeitig zwei Windengruppen von je einem Ingenieur überwacht wurden, der seine Weisungen unmittelbar von dem auf der Brücke aufgestellten Arbeitsleiter erhielt. Die Senkung erfolgte, den angebrachten Teilungen entsprechend, in 20 Abschnitten, wobei die gleichzeitige Betätigung der Spindeln durch ein auf der ganzen Baustelle hörbares Glockenzeichen erreicht wurde. Die Absenkung vollzog sich plangemäfs; die hierbei erreichte gröfste Verschiebung bei Ständer 11 betrug, in bester Übereinstimmung mit der Rechnung, 136 mm beim linken, 139 mm beim rechten Hauptträger, während sich gleichzeitig der Mittelknoten des alten Tragwerks beiderseits um 30 mm hob. Als Beweis für die sorgfältige Ausführung der Verstärkung darf die Tatsache angesehen werden, dafs mit dem Erreichen der vorausberechneten Gesamtverschiebung die Winden aller Knotenpunkte gleichzeitig spannungslos wurden, dafs also der Verstärkungsgurt in plangemäfser Lage unter volle Spannung trat.

Die Verkeilung erfolgte durch Einbringung erst der unteren, dann der oberen Keilpaare, die sämtlich nicht eingetrieben, sondern mit einigen schwachen Hammerschlägen nur eben festgezogen und hierauf sogleich verbohrt und verschraubt wurden.

Die ganze Arbeit hatte einen Zeitaufwand von acht Stunden erfordert. Eine im Anschlusse hieran vorgenommene, vorläufige Belastungsprobe, deren bemerkenswerte Ergebnisse mit Rücksicht auf den zur Verfügung stehenden Raum leider nicht vollständig wiedergegeben werden können zeigte, dafs die durch die Verkehrslast im alten Tragwerk erzeugten Spannungen nach der Verstärkung nur mehr 0,35 bis 0,50 jener Werte erreichten, die unter dem gleichen

Belastungszuge im unverstärkten Tragwerk gemessen worden waren. Die beweglichen Lager, welche ehedem unter dem Zuge eine wagrechte Verschiebung von 20 mm aufwiesen, erfuhren nunmehr blofs eine solche von 2 mm.

Der noch folgende Einbau der Schwellen- und Querträgerverstärkungen sowie der Strebenaussteifungen, welcher deshalb erst nach vollzogener Hauptträgerverstärkung bewirkt wurde, um das alte Tragwerk nicht unnötigerweise durch das gesamte Gewicht dieser neuen Teile zu belasten, bot keinerlei Schwierigkeiten mehr.

Die gesamte Verstärkung, welche eine Bauzeit von rund sechs Monaten in Anspruch nahm und bei welcher 230 t neuer Teile eingebaut wurden, erforderte einen Kostenaufwand von 4,1 Milliarden Kronen, was einem Betrage von 273 000 Friedenskronen im ganzen oder 118,7 Kronen für je 100 kg Eisen gleichkommt. Da die Kosten einer neuen Brücke nach dem Entwurfe mit 2,2 Millionen Friedenskronen veranschlagt waren, so kann mit Rücksicht auf den Umstand, dafs diese Ziffer bei der Ausführung möglicherweise noch eine Änderung erfahren hätte, die eingangs angestellte Vorausberechnung der Wirtschaftlichkeit des Unternehmens als eingehalten betrachtet werden. Die augenblickliche Ersparnis mufs, in heutiger Währung ausgedrückt, mit rund 30 Milliarden Kronen beziffert werden.

Die Ausführung der ganzen Arbeit, von der Textabb. 4 einen guten Gesamteindruck gibt, war der Aktiengesellschaft R. Ph. Waagner, L. und J. Biró und A. Kurz in Wien übertragen. Die Arbeit wurde von dieser Firma in mustergültiger Weise besorgt. Nicht allein die genaue Anarbeitung und der sorgfältige Zusammenbau aller Teile, die eine Vorbedingung des guten Gelingens bildeten, auch die umsichtige Bauführung, der es zu danken ist, dafs die schwierige Arbeit ohne jeden Unfall beendet werden konnte, verdienen besondere Anerkennung.

## Laufschienen und Randauflager für Drehscheiben und Schiebebühnen.

Von Reichsbahnoberrat **A. Wöhrl**, Nürnberg.

Hierzu Abb. 4 bis 7 auf Tafel 21.

Die Ausführungen des Artikels im Organ, Heft 4, 1924 (siehe auch Glasers Annalen 1923, Bd. 93, Heft 3) bezüglich der Mittel, um entsprechend den heutigen erhöhten Achslasten der Lokomotiven eine unschädliche Druckübertragung auf die Betonkränze der Lokomotivdrehscheiben und Schiebebühnen zu erzielen, dürfen nicht unwidersprochen bleiben, da sie m. E. geeignet sind, bei weiteren Ausführungen Unheil anzurichten und die bisher schon aufserordentlich schwierige Unterhaltung der maschinentechnischen Anlagen, deren ingenieurtechnische Durchbildung im Argen lag, noch weiter zu versteifen. Vor allem gilt dies von den neuen Gelenkdrehscheiben, deren Laufkränze wesentlich stärker belastet werden wie die der alten, einbalkigen Drehscheiben.

Dem in der praktischen Unterhaltung stehenden Ingenieur ist bekannt, dafs sie bisher übliche Art der Auflagerung von Laufschienen und sonstigen Schienen auf den Betonkränzen mittels eiserner Unterlagplatten fast ausnahmslos in kurzer Zeit zu einer Zerstörung des Betons führte und dafs man dann vor der ohne gröfseren Umbau nicht lösbaren Aufgabe stand, die Betonunterlagen wieder instand zu setzen. Aus diesen Erwägungen sind wohl auch die neueren Vorschläge (siehe Glasers Annalen 1923, Bd. 93, Heft 3) mit entstanden, nach denen bei neu zu beschaffenden Lokomotivdrehscheiben der Deutschen Reichsbahn durch Einbetonieren eines breitflanschigen I- oder eines Kastenträgers diese Nachteile vermieden werden sollen. Das gleiche ist auch für die Schiebebühnen vorgeschlagen. Die Träger sollen im Drehscheiben- oder Schiebebühnenkranz einbetoniert werden, dessen gesamte Masse durch besondere Rundeiseneinlagen zum Mittragen benützt wird.

Die gründliche Änderung der bisherigen Auflagerung entspricht zweifellos einem dringenden Bedürfnis, aber das vorgeschlagene Mittel wird m. E. nicht zum Ziele führen und den Unterhaltungsingenieur über kurz oder lang vor die gleich unangenehme Aufgabe der Erneuerung der Betonunterlagen stellen. Die Eisenträger im Beton lockern sich im Laufe der Zeit unter den aufserordentlich hohen Lasten und Stöfsen und das Ende ist eine vollständige Erneuerung der Betonfundamente auf grofse Tiefe. Und wenn man dann die Eisenträger nicht mehr einbauen will, was dann?

Als oberster Grundsatz für jeden Bau mufs gelten, dafs die Unterhaltungsarbeit so niedrig wie möglich gehalten wird. Dieser Grundsatz ist nicht gewahrt bei starren Verbindungen zwischen den Schienen und den Betonunterlagen. Der Ruf nach elastischen Zwischenlagen, der aus der Bahnunterhaltung kommt (siehe Zeitschrift des V. D. E. 1924, Nr. 10, ferner »Die Gleistechnik« Heft 1, 1925), mufs mehr als bisher beachtet werden. Ich gehe noch einen Schritt weiter als dies mit dem Vorschlag, zwischen Eisenunterlagplatte und Beton Pappelholzplättchen zu legen, geschieht, und zwar dadurch, dafs ich die Laufkränze von Lokomotivdrehscheiben auf Eichenholzschwellen von 1,10 m Länge, 0,26 m Breite, 0,16 m Höhe (0,55 m Abstand) mit starken Unterlagplatten 26/32/2 cm (vierlochig) lege und einige dieser Schwellen mit dem Beton verankere, damit die Laufschienen, die nie genau in einer Ebene gebogen sind, nach unten in die Horizontale angezogen werden können. Die Stöfse werden am besten verschweifst oder mindestens soll eine starke Platte als Brücke untergelegt werden.

Solche Kränze wurden im Rangierbahnhof Nürnberg 1924 ausgeführt an einer neuen Gelenkdrehscheibe von 23 m und an einer alten Drehscheibe von 20 m Durchmesser, deren Kranz bisher nur eine Breite von 63 cm aufwies und unter den Eisenplatten zerschlagen war.

Der Kranz wurde verbreitert und die 110 cm langen Eichenschwellen eingelegt. Siehe Abb. 7, Taf. 21, sowie die Ansicht Textabb. 1.

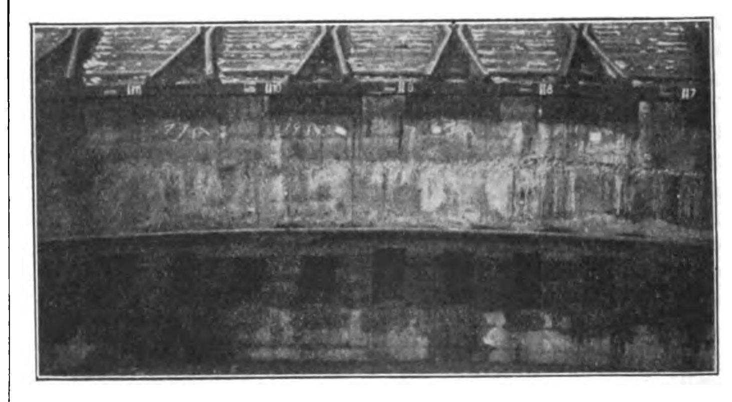


Abb. 1. Laufschienen für Drehscheiben auf Holzschwellen.

In gleicher Weise wurde die Laufbahn für eine neue Schiebebühne von 120 t Tragkraft auf Schwellen ausgeführt (siehe Textabb. 2). Die Verwendung von Schwellen mit Pappelholzunterlagen hat sich auch hier als besonders vorteilhaft erwiesen, weil jede Laufbahn aus je zwei Schienen bestand, deren Köpfe genau auf gleicher Höhe liegen mufsten, um eine einseitige Abnützung der Laufräder und dadurch ein Zwängen der Schiebebühne zu verhüten.

Die Kränze haben sich bisher tadellos bewährt, fahren sich äufserst ruhig, können durch Unterlagen von Pappelholz-

plättchen zwischen Auflagerplatte und Eichenholzschwelle jederzeit auf richtige Höhe genau reguliert werden. Infolge des Fehlens von Steinschrauben ist die Verlegung des Gleises nach Richtung wesentlich erleichtert. Der Unterhaltungsingenieur kann mit Ruhe allen weiteren Abnützungen entgegensehen und die auftretenden Mängel mit geringem Aufwand beheben.

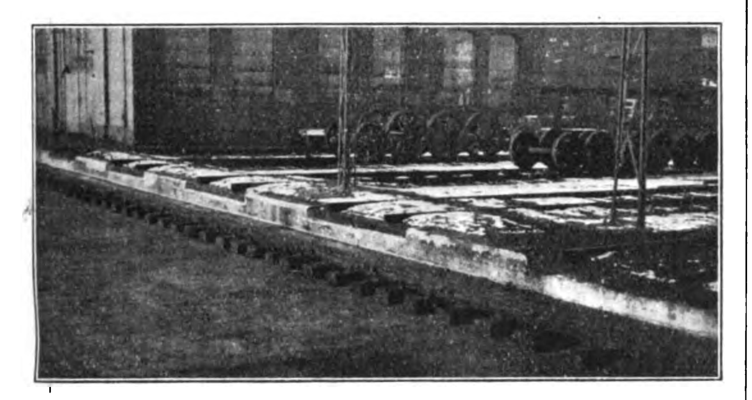


Abb. 2. Laufschienen für Schiebebühnen auf Holzschwellen.

Was ferner die Verwendung von Kranschienen an Stelle gewöhnlicher Schienen anlangt, so ist ohne weiteres zuzugeben, daſs selbst die Gleisschienen neuester Form den heute bei Drehscheiben und Schiebebühnenkränzen auftretenden Radlasten von 25 bis 30 t und mehr nicht mehr gewachsen sind. Aber es ist kaum zweifelhaft, daſs auch durch eine Kranschiene von gröſster Form eine Lösung der Aufgabe nicht erreicht wird.

Wenn auch durch Versuche bei der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg festgestellt wurde, daſs solche Kranschienen nach dem Halbmesser der Laufkränze gebogen werden können, so ist damit noch nicht der Nachweis erbracht, daſs sie im Betrieb auch Stand halten. Da erfahrungsgemäſs schon bei gewöhnlichen Schienen infolge der Biegung für so kleine Halbmesser sich kurz nach Inbetriebnahme Schienenbrüche ergeben, so wird dies bei den Kranschienen noch mehr zu befürchten sein.

An der neu erbauten 23 m-Drehscheibe in Nürnberg Rbf. zeigten sich schon nach ganz kurzer Zeit an den vier Laufrädern Abnützungen von 4 bis 8 mm, einzelne Räder muſsten bereits ausgewechselt werden. Infolge des hohen Druckes und wohl auch infolge der ungleichen Abwicklung der Laufräderkränze bilden sich Abschieferungen, die bald zu unzulässiger Abnützung der Räder führen. Die Konstruktion der Laufräder und Laufkränze bedarf einer völlig neuen Durcharbeitung, die den abnormen Druckbeanspruchungen gerecht wird. Wenn Kranschienen beibehalten werden, müſsten die Laufräder kegelförmige Kränze erhalten, so daſs sie entsprechend dem Durchmesser der Drehscheibe ohne Schleifen abrollen können, andernfalls werden Schienen und Radkränze ständig schleifen und sich sehr rasch abnützen. Dies würde voraussetzen, daſs die Schienenköpfe nach auſsen statt wie bisher nach innen geneigt werden, was Schwierigkeiten bieten dürfte. Als einzig sichere Lösung erscheint mir, die Zahl der Laufräder auf das vierfache zu erhöhen, so daſs Raddrücke von 10 bis 12,5 t sich ergeben, was zweckmäſsig durch Anwendung von Doppelschienen normaler Form und eine Konstruktion der Laufräder nach Art der Drehgestelle der Personenwagen zu versuchen sein wird.

Diese Entwicklung wird m. E. zwangläufig kommen müssen.

In gleicher Weise wie bei den Laufkränzen wurde für die Auflagerung der Zulaufschienen der Drehscheiben und Schiebebühnen auf den Randauflagern eine starre Verbindung vermieden und Eichenholzschwellen als elastisches Zwischenmittel zwischen Schiene und Beton eingefügt.

In dem schwalbenschwanzförmigen Ausschnitt des Betonkranzes wurden zwei Eichenschwellen von 0,75 m Länge hintereinander eingelegt und in dem Beton mittels je zwei versenkter Steinschrauben verankert. Auf die Schwellen wurden Pappelholzplättchen verlegt und auf diese der Winkeleisenkranz mit seiner über die beiden Schwellen greifenden Eisenplatte.

Die weiteren Einzelheiten sind aus Abb. 4 und 5, Taf. 21 zu ersehen. Die eigentliche Schienen-Auflagerplatte ist so gelegt, daſs einerseits der Druck möglichst auf die Mitte des Betonkranzes zu liegen kommt und Kantenpressungen vermieden werden, andererseits das Schienenende noch genügende Unterstützung findet.

Die nach Glasers Annalen 1923, Bd. 93, Heft 3 von der Reichsbahndirektion Cassel mit Erfolg verwendeten Randauflagerplatten (siehe Abb. 6, Taf. 21) sind an sich als vorteilhaft zu bezeichnen, aber ohne Pappelholzunterlagen würde auch in diesem Falle der Betonkranz zerstört werden. Auſserdem leiden sie an dem Nachteil, daſs die Betonkranzbreite wegen der Beschränkung der Länge dieser Platten auf 45 cm herabgemindert ist, während bei Verwendung von Holzschwellen der Betonkranz auf 60 cm und mehr Breite gehalten werden kann. Diese Auflagerplatten sind ferner teuer zu beschaffen, da sie jeweils nach Maſs anzufertigen sind.

Es erscheint ferner nicht nützlich, den Wanderschub der Schienen unmittelbar auf den Betonkranz wirken zu lassen. Es ist vorzuziehen, diese Schubkräfte schon vor dem Betonkranz abzufangen, was möglich ist, wenn hinter dem Betonkranz zwei bis drei Schwellenkränze gelegt werden, deren Schwellenenden sich überplatten und verschraubt sind, also je einen festen Ring bilden.

In Textabb. 3 ist ein solcher Schwellenkranz gezeigt.

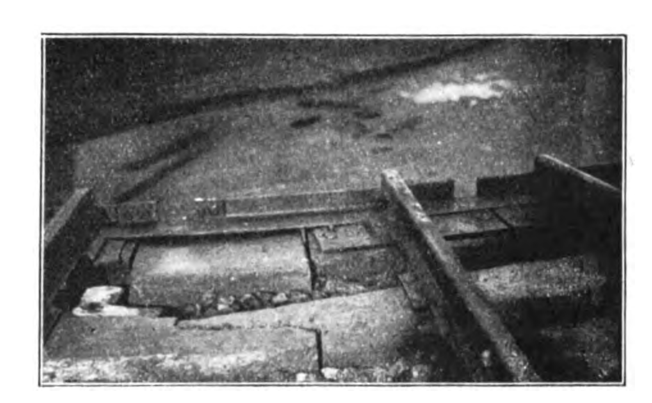


Abb. 3. Schwellenkranz für die Zulaufgleise von Drehscheiben.

Mit den so ausgeführten Auflagerungen der Zulaufschienen an den oberen Betonkränzen (Randauflager) der Lokomotivdrehscheiben und Schiebebühnen wurden bisher die besten Erfahrungen gemacht.

Warnen möchte ich nur vor einer zu strammen Befestigung der Zulaufschienen gegen die vordere Kante des Kranzes und gegen zu lange Unterlagplatten, die weit nach rückwärts kragen. Die hintere Kante bildet bei der im Laufe der Zeit meist starken Senkung der Herzstücke einen gefährlichen Hebelpunkt, mittels dessen das vordere Ende der Schienen und damit auch die Holzschwellen oder Auflagquader hochgehoben und losgerissen werden. Die Schienenenden müssen frei den Bewegungen folgen können, die durch ein Nachgeben der Herzstücke entstehen.

Die in Abb. 4 und 5, Taf. 21 dargestellte Anordnung, bei der das Schienenauflager möglichst in der Mitte des Kranzes zu liegen kommt, hat sich bisher tadellos bewährt und kann für ähnliche Fälle empfohlen werden.

# Grenzen der Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Verschiebebahnhöfe durch Anwendung mechanischer Einrichtungen (moderne Rangiertechnik).

Von Reichsbahnoberrat **A. Wöhrl**, Nürnberg.

Hierzu Abb. 7 und 8 auf Tafel 20.

Es wird heute aufserordentlich viel in der Fachpresse geschrieben über die Steigerung der Leistungsfähigkeit der Ablaufanlagen der Rangierbahnhöfe durch Anwendung der Mittel der modernen Bremstechnik. Diese Veröffentlichungen sind reichlich theoretisch und lassen noch kein klares, auf sicherer Erfahrung fufsendes Urteil zu. Immerhin dürfte feststehen, dafs eine wesentliche Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Ablaufanlagen von Flach bahnhöfen hierdurch möglich wird. Auch in dem amtlichen Organ der Reichsbahngesellschaft »Die Reichsbahn«, Heft 1925/7, ist bereits programmatisch angekündigt, »die Leistungsfähigkeit der Verschiebebahnhöfe zu erhöhen durch Anwendung mechanischer Einrichtungen, die gestatten, mit gröfseren Abdrückgeschwindigkeiten zu arbeiten«.

Für den Unterfertigten, der seit 1919 im Rangierbahnhof Nürnberg praktisch tätig ist und seit dieser Zeit an einer Erhöhung der Leistungsfähigkeit dieses Rangierbahnhofs (Gefällsbahnhof) arbeitet, ergab sich daher von selbst der Anlafs, eine Untersuchung anzustellen, inwieweit durch die bisher vorgeschlagenen und vorläufig als brauchbar erwiesenen Mittel der neueren Bremstechnik eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Rangierbahnhofs Nürnberg erzielt werden kann.

Die heutige Spitzenleistung des Rangierbahnhofs Nürnberg beträgt 5000 Wagen im Tag und soll in den nächsten Jahren durch eine entsprechende Erweiterung auf 10000 Wagen täglich erhöht werden. Die obige Untersuchung bietet daher wohl ein allgemeineres Interesse.

Zunächst sei darauf hingewiesen, dafs die Leistungsfähigkeit eines Verschiebebahnhofs nicht allein von der Zulaufgeschwindigkeit zum Ablaufkopf und der Ablaufgeschwindigkeit auf diesem abhängt. In gleicher Weise, wie die Geschwindigkeit hier gesteigert wird, mufs auch ein rascherer Flufs in den Richtungs-, Stations- und Ausfahrgleisen gesichert werden. Ein einziger Engpafs in einem Rangierbahnhof, der den Strom nicht zu fassen vermag, macht die erhöhte Leistung des Ablaufs am Ablaufkopf hinfällig.

Daher war man schon bisher zur Erkenntnis gelangt, dafs Gefällsbahnhöfe mit Rücksicht auf das Versagen der Gefälle bei starkem Frost und Schnee nur dann in strengen Wintern in einem annehmbar gleichmäfsigen Flufs gehalten werden können, wenn sämtliche Gleisanlagen (Ablauf-, Richtungs-, Stations- und Ausfahrgleise) so durchgebildet sind, dafs in ihnen mit Verschiebelokomotive wie in einem Flachbahnhof gearbeitet werden kann. Ein richtiger Gefällsbahnhof erfordert also zwei Entwurfsbearbeitungen — die eine für reine Gefällsarbeit, die zweite für Lokomotivarbeit.

Die nachstehende Untersuchung beschränkt sich auf die Erhöhung der Leistungsfähigkeit am Ablaufkopf, sowie der Zulaufgeschwindigkeit zu diesem. Wie die Leistung in den Richtungs- und Stationsharfen in Gefällsbahnhöfen erhöht werden kann ohne Änderung der bestehenden Gefälle — eine Änderung wird in den meisten Fällen sehr schwierig, wenn nicht unmöglich sein —, soll hier nicht weiter untersucht werden.

Der Rangierbahnhof Nürnberg, der als einseitiger reiner Gefällsbahnhof gebaut ist (etwa 5 km lang, 2 km breit, 22 m Gesamtgefäll), hat sich bisher bei frost- und schneefreiem Wetter tadellos bewährt und allen Ansprüchen genügt, selbst bei den häufig auftretenden Westwinden, die gegen die Ablaufrichtung wirken.

Dagegen ist der Rangierbahnhof bei starkem Frost (über 10°) und Schneefall nicht mehr in der Lage, seine Aufgabe zu erfüllen. Die Gefälle versagen, das ganze Rangiergeschäft mufs in diesem Fall wie in einem Flachbahnhof mit Maschinen geleistet werden. Hierbei ergeben sich völlig ungenügende Leistungen, die bis zu einer vollständigen Verstopfung des Bahnhofs führen, da die Gleisanlagen für Maschinenarbeit nicht durchgebildet sind.

Diese — besonders in dem strengen Winter 1921/22 auftretenden — aufserordentlichen Schwierigkeiten veranlafsten den Unterfertigten, nach Mitteln zu suchen, um eine Wiederholung dieses Bankerottbetriebs hintanzuhalten.

Zunächst wurde geplant, durch Einbau eines elektrischen Spills nach dem damals in der Fachpresse auftauchenden Vorschlag des Geh. Baurats Heinrich (Zeitschrift des V. D. E. V. 1921/10) den ablaufenden Wagen eine Zusatzgeschwindigkeit zu geben und auf diese Weise wenigstens am Ablaufkopf die Störungen zu beseitigen. Doch kam man von diesem Plane immer mehr ab, weil eine derartige Anlage ungünstig einzuordnen war und zu Unfällen leicht Anlafs geben konnte, ferner vor allem deshalb, weil die Wagen nur an der obersten Stelle des Ablaufkopfes eine Zusatzgeschwindigkeit erhalten können, also an einer Stelle, an der noch nicht beurteilt werden kann, ob und welche Zusatzgeschwindigkeit ein Wagen erhalten mufs.

(Dieser Mangel haftet auch der Pösentrup-Vögele-Konstruktion an, die auf der Verkehrsausstellung in Seddin vorgeführt wurde. Aufserdem leidet diese Konstruktion noch daran, dafs die den Wagen zu erteilende Beschleunigung für jeden Wagen die gleiche [3 dm/Sek.], also eine Differenzierung des Antriebs entsprechend dem besseren oder schlechteren Lauf der Wagen nicht möglich ist. Dieser letztere Nachteil wird aber wohl durch eine entsprechende Verbesserung der Konstruktion beseitigt werden können. Wäre dies nicht der Fall, so würde im Winter bei starkem Frost trotz der erteilten Zusatzgeschwindigkeit von 3 dm Sek. ein Einholen der schlechten Läufer durch die guten unvermeidlich sein und der bisherige Mifsstand nicht beseitigt werden. Trotz dieses Mangels mufs aber diese Beschleunigungsvorrichtung als eine glänzende Lösung des zuerst von dem damaligen Geh. Baurat Heinrich gemachten Vorschlags anerkannt werden, die allen Ernstes mit der Dr. Frölichschen Lösung in Wettbewerb treten wird. Die Erfahrung wird zeigen, wo die Grenzen für die Anwendung der einen oder anderen Anlage praktisch liegen.)

Es bildete sich bei den weiteren Untersuchungen mehr und mehr die Anschauung heraus, dafs es das zweckmäfsigste sei, alle Wagen bei Frost und Schnee von einem sehr hohen Winterrücken ablaufen zu lassen, so dafs selbst der schlechteste Läufer noch rechtzeitig die Verteilungsweichen erreicht, und dabei die zu rasch laufenden Wagen am Ablaufkopf abzubremsen, um Aufstöfse zu vermeiden. Also Abbremsung zu hoher Geschwindigkeiten statt Erteilung einer Zusatzgeschwindigkeit!

Aus dieser Erkenntnis heraus hat der Verfasser durch drei Winter (1921 mit 1923) daran gearbeitet, im Rangierbahnhof Nürnberg einen Winterrücken zu schaffen, dessen Höhe auf Grund von Versuchen von Jahr zu Jahr soweit vergröfsert wurde, dafs schliefslich bei den gröfsten vorkommenden Kältegraden (18° R.) die schlechtest laufenden Wagen noch eine genügende Ablaufgeschwindigkeit erhielten. Der Winterrücken wurde — da an eine Beschaffung von Frölichschen Gleisbremsen wegen Mangel an Mitteln und wegen der noch ungenügenden Erfahrungen mit solchen zunächst nicht zu denken war — mit zwei Gleisbremsen System Büssing (Brems-

schuhe, die von einem Mann aufgelegt und von dem Wagen selbsttätig aus dem Gleis geworfen werden) — eine unmittelbar unter dem Scheitel, die zweite im Abstand von etwa 15 m weiter unterhalb — ausgerüstet (siehe Abb. 7, Taf. 20).

Handelt es sich bei diesem Vorgehen im Rangierbahnhof Nürnberg ausschliefslich darum, den Ablaufbetrieb auch bei Frost und Schnee zu sichern, so ging Dr. Frölich einen Schritt weiter und suchte durch Anwendung seiner gut wirkenden neuen Gleisbremse die Leistungsfähigkeit der Ablaufköpfe zu vergröfsern.

Er ging dabei von der an sich richtigen Anschauung aus, dafs die Leistungsfähigkeit eines Verschiebebahnhofs in erster Linie von der Leistungsfähigkeit des Ablaufkopfes, nach der sich auch die Zulaufgeschwindigkeit zum Ablaufkopf richten mufs, abhängt.

Er erkannte, dafs auf einem sehr steilen Ablaufrücken die Wagenfolge stark beschleunigt werden kann. Der äufserste Grenzfall wäre theoretisch der, dafs die Wagen lotrecht abstürzen und in die Verteilungsweichen fallen. Hierbei könnten sich die Wagen in einem theoretischen Zeitabstand von 3 Sekunden folgen, da beim freien Fall in 3 Sekunden ein Abstand der Wagen von 45 m $\left(h = \frac{g}{2} t^2\right)$ sich ergeben würde, was genügend wäre. Demnach könnte in diesem Falle auch die Zulaufgeschwindigkeit bei 9 m langen Wagen auf $\frac{9}{3} = 3$ m/Sek. gesteigert werden, während sie z. Zt. praktisch höchstens auf 1 m/Sek. kommt. (Die Bahnhofdienstanweisung Nürnberger Rangierbahnhof bestimmt in § 60 [3], dafs die Zulaufgeschwindigkeit nicht mehr als 10 m in 15 Sek. betragen soll, das ist etwa 0,7 dm/Sek.)

Da die Ablaufgeschwindigkeit am Ablaufkopf bei Anwendung der Frölichschen Gleisbremsen sehr weitgehend erhöht werden kann, müssen alle vorausgehenden und nachfolgenden Anlagen sich dem anpassen und es entsteht in erster Linie die Frage: Wie weit kann die Zulaufgeschwindigkeit zum Ablaufkopf erhöht werden, ohne dafs zuviel Risiko und Unfallgefahr entsteht?

Geschwindigkeitsmessungen im Rangierbahnhof Nürnberg ergeben nachstehendes Bild:

1. Zulaufgeschwindigkeit zum Ablaufkopf = 0,7 bis 1,0 m/Sek.
2. Ablaufgeschwindigkeit der einzelnen Wagen etwa in halber Höhe des Ablaufkopfes bei normaler Witterung = 3 m/Sek.
3. Wagenabstand vor Einlauf in die Verteilungsweichen 20 bis 45 m bei 10 bis 20 Sek. Wagenfolge, durchschnittlich 35 m bei 14 Sek. Wagenfolge.
4. Ein 600 m langer Güterzug rollt mit 1 m/Sek. zum Ablaufkopf und von dort in durchschnittlich 13 Sek. ab. Die einzelnen Wagen rollen mit etwa dreimal gröfserer Geschwindigkeit über den Ablaufkopf und erhalten hierbei durchschnittlich 35 m Abstand.
5. Ablaufgeschwindigkeit am Winterrücken im Rangierbahnhof = 5 m/Sek., Zulaufgeschwindigkeit auf 0,5 m/Sek. ermäfsigt.

Für die drei Fälle: a) Ablauf über den Sommerrücken, b) Ablauf über den Winterrücken und c) Absturz der Wagen im freien Fall, ergibt sich nachfolgende Übersicht.

| Die Wagen folgen sich zum Ablaufkopf in einem Zeitabstand von höchstens | Dabei kann die Zulaufgeschwindigkeit gesteigert werden bis | Die ablaufenden Wagen erreichen eine mittlere Geschwindigkeit von | Der mittlere Wagenabstand beim Ablauf wird |
|---|---|---|---|
| a) Sommerrücken 10 Sek. | 1 m/Sek. | 3 m/Sek. | 35 m |
| b) Winterrücken 5,4 Sek. . . | 1,66 „ | 5 „ | 40 „ (geschätzt) |
| c) Freier Fall 8,0 Sek. . . | 3,00 „ | 15 „ | 45 m |

Hieraus ist ersichtlich, dafs bei einer Zulaufgeschwindigkeit von 3,00 m/Sek. die Wagen schon nach den Gesetzen des freien Falles abstürzen müfsten, wenn der Abstand der Wagen nicht unnötig grofs (über 45 m) werden soll. Die Zulaufgeschwindigkeit kann also schon theoretisch höchstens auf 3 m/Sek. erhöht werden.

Es ist klar, dafs praktisch eine Grenze der Zulaufgeschwindigkeit gegeben ist. Die mit der gröfseren Zulaufgeschwindigkeit wachsende Gefahr eines Aufstofses zweier nicht gleich rasch laufender Wagen, dann die notwendigen Aufenthalte beim Bremsen selbst, das je nach dem Ziel der Wagen stärker oder schwächer erfolgen mufs, dann die Furcht des Personals vor Unfällen, für die es haftbar gemacht wird, das Aushängen der Wagenkuppeln im Gefäll*), ferner im Nürnberger Rangierbahnhof das Anschreiben der Gleis-Nr. an die Wagenpuffer, das allerdings durch elektrische Gleismelder oder Ablaufzettel ersetzt werden kann, und anderes mehr ziehen diese praktische Grenze.

Über durchschnittlich 1 m/Sek. Zulaufgeschwindigkeit und 14 Sek. Wagenabstand auf den Ablaufköpfen wird daher praktisch nicht hinausgegangen werden können. Im Rangierbahnhof Seddin wurde dies trotz der Frölichschen Anlage noch nicht erreicht, wenigstens nicht zur Zeit der Ausstellung, während im Nürnberger Rangierbahnhof sogar schon eine höhere Leistung (12 Sek.) bisher erzielt werden konnte.

In den bisherigen Veröffentlichungen über die Frölichsche Gleisbremse ist als erreichbare Höchstleistung 6000 Wagen im Tag (20 Stunden) genannt, aufserdem wird angegeben, dafs Anlagen mit täglich 2500 Wagenleistung leicht auf 5000 Wagen — also das doppelte der bisherigen Leistung — gebracht werden können.

Wenn die bisherige Höchstleistung des Rangierbahnhofs Nürnberg von täglich 5000 Wagen auf 6000 erhöht werden wollte, müfste — abgesehen von der Erhöhung des Gefälles des Ablaufkopfes und der nachfolgenden Anlagen — die Zulaufgeschwindigkeit um $^1/_5$ erhöht werden, also beim Sommerbetrieb von 1 auf 1,20 m/Sek.

Dies wäre ohne allzu grofse Gefahr wohl möglich, es ist indes stark zu bezweifeln, ob praktisch eine Vergröfserung der Geschwindigkeit über 1 m/Sek. hinaus erreicht werden kann.

Im Nürnberger Rangierbahnhof z. B. scheut sich das Personal bei Benutzung des Winterrückens, die Zulaufgeschwindigkeit entsprechend dem rascheren Ablauf (5 m/Sek.) zu erhöhen, im Gegenteil, es ermäfsigt diese Geschwindigkeit aus Vorsicht auf die Hälfte (0,5 m Sek.), da die Folgen eines Aufstofses bei der hohen Ablaufgeschwindigkeit (18 km/Std.) viel schlimmer sind und das Personal letzten Endes für den Schaden haftpflichtig erklärt wird.

Auch meine Beobachtungen im Rangierbahnhof Seddin bei Gelegenheit der Eisenbahn-Ausstellung konnten mich nicht überzeugen, dafs eine Erhöhung der Zulaufgeschwindigkeit über 1 m/Sek. praktisch möglich wird. Es fiel sogar auf, dafs in Seddin, und zwar an beiden Ablaufköpfen, der Ablauf im allgemeinen viel langsamer vor sich ging wie im Rangierbahnhof Nürnberg.

*) Im Rangierbahnhof Nürnberg ist zur Erleichterung des Auskuppelns unmittelbar vor dem Ablaufkopf eine kurze Gegenneigung eingelegt, die sich im allgemeinen sehr gut bewährt hat, doch ergeben sich trotzdem noch häufig Schwierigkeiten und Verzögerungen beim Auskuppeln.

Am Ablaufkopf mit den zwei Frölichschen Gleisbremsen ging durchschnittlich beim Auflösen eines Zuges alle 45 Sek. an der unteren Gleisbremse ein Wagen durchs Ziel. Theoretisch war die Wagenfolge mit 15 Sek. angegeben.

Im Rangierbahnhof Nürnberg laufen die Wagen bei normalem Wetter durchschnittlich mit 14 Sek. Abstand.

Der auffallend langsame Ablauf in Seddin ist m. Es wohl auf Mangel an Schulung und Erfahrung des Personalsowohl des Bremsturmes wie der Nachschublokomotive zurück. zuführen. Die Bremsung in der unteren Bremse erfordert verhältnismäfsig viel Zeit und die Turmwärter getrauen sich keinen Wagen von oben folgen zu lassen, bevor der Vorläufer nicht die untere Bremse verlassen hat. Eine Beschleunigung des Ablaufs wird wohl im Laufe der Zeit erzielt werden können, wenn sich das Personal mit der neuen Anlage noch mehr vertraut gemacht hat — ob 14 Sek. oder gar 12 Sek. Wagenfolge möglich ist, mufs die Zukunft zeigen.

Es wäre ein Irrtum, anzunehmen, dafs im Rangierbahnhof Nürnberg von der Frölichschen Gleisbremse an sich eine wesentliche Erhöhung der Leistungsfähigkeit zu erwarten ist.

Wenn auch die Frölichsche Gleisbremse die Abstände der Wagen viel sicherer zu wahren vermag als das veraltete Gleisbremsensystem Büssing, und die Gefahr des Einholens der schlechten Läufer durch die guten und damit der Zusammenstöfse wesentlich verringert wird, so glaube ich nach meinen Erfahrungen im Rangierbahnhof Nürnberg trotzdem nicht, dafs das Personal — und wenn es noch so tüchtig und geschult ist, was bei einer vollen Ausnützung der Frölichschen Bremse vorausgesetzt werden mufs — eine wesentliche Erhöhung der Zulaufgeschwindigkeit riskieren wird. Dauernd unter einer derartigen Aufregung zu arbeiten, kann niemandem zugemutet werden — besonders wenn er für jeden Unfall verantwortlich gemacht und zum Schadenersatz herangezogen wird.

Ich komme daher zu dem Schlufs, dafs die Frölichsche Gleisbremse wohl einen wesentlichen Fortschritt in der Bremstechnik gebracht hat, dafs sie — wenn sie das hält, was sie bisher versprochen — die bisherigen veralteten und gefährlichen Gleisbremsen bald verdrängen wird, dafs sie aber eine wesentliche Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Rangierbahnhofs Nürnberg nicht bringen kann.

Ihr Einbau in den Winterrücken dort erscheint wünschenswert, ist aber wirtschaftlich schwer vertretbar, da die Benützung dieses Rückens nur wenige Tage im Winter (bei Frost und Schnee) in Betracht kommt.

Inwieweit in anderen — vor allem in den Flachbahnhöfen — durch die Verwendung der Frölichschen Gleisbremse eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit möglich ist, was nicht anzuzweifeln ist, müfste in jedem einzelnen Fall untersucht werden.

Ein Vergleich mit den Verhältnissen im Rangierbahnhof Nürnberg zeigt, dafs dort beim Sommerbetrieb und bei den bisher üblichen Gefällsverhältnissen des Ablaufkopfes schon ein Maximum in der Raschheit der sich folgenden Wagen (bis 12 Sek.) erreicht ist. Darüber hinaus kann keinesfalls gegangen werden, da die Abstände der Wagen sonst zu gering werden und die Gefahr von Aufstöfsen zu grofs wird.

Für Rangierbahnhof Nürnberg könnte daher der Vorteil der Frölichschen Gleisbremse nur für einen Winterrücken ausgenützt werden, durch den selbst unter den widrigsten Umständen, wie bei Schnee und abnormem Frost, ein genügend rascher und sicherer Ablauf selbst der schlechtest laufenden Wagen garantiert wird. Der bisherige Bankerott der Flachwie Gefäll-Rangierbahnhöfe in strengen Wintern ist damit überwunden. Dagegen wäre ein Ersatz der Sommerrücken im Rangierbahnhof Nürnberg durch eine Frölichsche Anlage zum Zwecke der Erhöhung der Leistungsfähigkeit nach den bisherigen Erfahrungen nicht zu begründen.

Zurückkommend auf das eingangs erwähnte Projekt der Erweiterung des Rangierbahnhofs Nürnberg auf die doppelte Leistungsfähigkeit (also auf täglich 10000 Wagen), so ist ohne weiteres klar, dafs dies durch eine technische Verbesserung des Ablaufs nicht erreicht werden kann. Die theoretische Höchstleistung von Ablaufköpfen durch den Einbau von Frölichschen Gleisbremsen wird mit 6000 Wagen im Tag angenommen. Selbst wenn dies in der Praxis als richtig erwiesen würde — was ich zunächst nach dem Obigen bezweifle — so würde damit das Ziel nicht erreicht werden können.

Es erübrigt daher nur die doppelte Leistungsfähigkeit des bestehenden Rangierbahnhofs dadurch zu sichern, dafs — wie vorgesehen —

1. ein Vorbahnhof gebaut wird, von dem aus mittels zweier Ablaufrücken eine Roh-(Gruppen)ausscheidung der Wagen zum eigentlichen Einfahrbahnhof erfolgt,
2. der Ablauf aus dem Einfahrbahnhof in die Richtungsharfen gleichzeitig mittels zweier Ablaufrücken (zwei Sommer-, bzw. zwei Winterrücken) erfolgt (siehe Abb. 8, Taf. 20).

Die Richtungsgleise und voraussichtlich auch die Stationsund Ausfahrgleise werden hierbei eine wesentliche Erweiterung und Umgruppierung erfahren, damit der Doppelablaufbetrieb nebeneinander ohne Störung möglich ist, was wegen des Ineinandergreifens der beiden Systeme teilweise sehr schwierige Aufgaben stellt, und damit der Wagenlauf in allen Teilen des Rangierbahnhofs in einem stetigen und gleichmäfsigen Flufs erhalten werden kann.

## Betriebstechnisch richtige und wirtschaftliche Bahnbeleuchtung.

Von Betriebsingenieur **F. Amling**, Frankfurt a. M.

Der Zweck der folgenden Ausführungen ist, auf die Mängel der jetzt überwiegend vorhandenen breitstrahlenden Beleuchtungsart hinzuweisen und mit Nachdruck für schnelle, restlose Einführung neuzeitlicher, blendungsfreier Leuchten, der sogenannten »Tiefstrahler« oder besser »Schirmstrahler« einzutreten, denn es ist doch wohl ein Haupterfordernis, bei dem immer mehr zunehmenden Nachtverkehr dem Betriebspersonal die glatte Durchführung des Betriebs nach Möglichkeit zu erleichtern, wozu die Befreiung von der Blendung sehr viel beitragen kann.

Die Brenner der Haupt-, Vor- und anderer Signale besitzen zumeist eine Leuchtstärke von etwa 16 bis 25 Hefnerkerzen; die jetzt noch überwiegend zur elektrischen Bahn- bzw. Gleisbeleuchtung benutzten breitstrahlenden, nicht blendungsfreien Leuchten je nach der benutzten Glühbirne in der Hauptblickrichtung eine solche von 250, 400, 750, 1150, 1550 bis 2400 Kerzen. Die Lichtstrahlen solcher hochkerzigen, in der Nähe von Lichtsignalen befindlichen Leuchten bewirken naturgemäfs ein Abnehmen der Deutlichkeit der Signalbilder, da das scharfer Beleuchtung ausgesetzte geblendete Auge für die schwächeren Strahlen der Signallichter weniger reizbar ist.

Einige Sonderfälle mögen dies zeigen:

Wie Abb. 1 zeigt, fallen die Strahlen einer breitstrahlenden, hochkerzigen Leuchte, die auf einem Bahnübergang angeordnet ist, mit Lichtstrahlen des Signallichtes zusammen. Das Auge des Lokomotivführers, nicht imstande, sich auf zwei verschiedene Helligkeiten gleichzeitig einzustellen, pafst sich zu seinem Schutze der stärkeren an mit dem Ergebnis, dafs ein deutliches Erkennen des bunten Signallichtes erst verhältnismäfsig spät erfolgen wird.

Abb. 2 zeigt ein Stück der Signalbrücke eines mit hochkerzigen, nicht blendungsfreien Leuchten ausgestatteten Bahnhofs. In die Bildebene sind die Brennpunkte der Leuchten projiziert. Dem der Brücke sich nähernden Führer wird infolge Blendung durch die breitstrahlenden Leuchten das klare Erkennen des Signals erschwert.

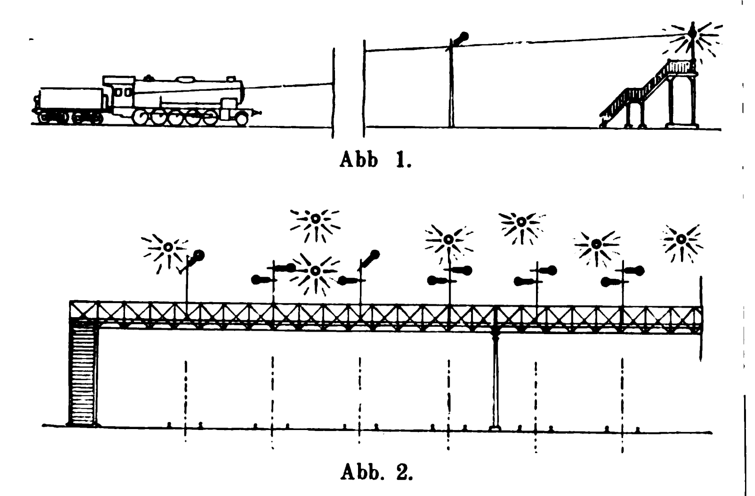


Abb 1.

Abb. 2.

Auch ohne Abbildung ist klar, dafs der Führer einer Lokomotive, welche sich im Stumpfgleis einem Prellbock nähert, von einer etwa 20 m hinter diesem befindlichen breitstrahlenden, lichtstarken Leuchte so geblendet wird, dafs er die Umrisse des Prellbocks erst verhältnismäfsig spät deutlich erkennen kann.

Die Beispiele für ungünstige Beeinflussung des Betriebspersonals durch breitstrahlende, nicht blendungsfreie Leuchten lassen sich beliebig vermehren.

Glücklicherweise hat uns die neuzeitliche Beleuchtungstechnik die Mittel zur restlosen Beseitigung dieser Nachteile gegeben, indem sie in Form von Schirmstrahlern blendungsfreie Leuchten geschaffen hat. Die Lichtquelle wird hierbei von einem tiefen Schirm abgedeckt und umgeben und dadurch dem Auge in der üblichen Blickrichtung entzogen, während der ganze Lichtstrom der Lichtquelle gesammelt nach unten in Form eines Kegels austritt mit einem Strahlenwinkel, der etwa zwischen 120° und 160° liegt. Im betrieblichen Interesse müfste man, wo nur irgend angängig, den spitzeren Lichtkegel von 120° wählen, da dann auch die äufsersten Randlichtstrahlen so steil sind, dafs sie niemals mit der üblichen Blickrichtung der Betriebsbediensteten zusammenfallen werden. Im wirtschaftlichen Interesse liegt es allerdings, einen Lichtwinkel gröfser als 120° zu wählen, da dann gröfsere Lichtmastabstände, also weniger Brennstellen nötig sind. Beim Entwurf von Beleuchtungen ist noch zu beachten, dafs die Anwendung von Schirmstrahlern, besonders solchen mit möglichst spitzem Lichtkegel, ohne weiteres einen aufsergewöhnlich grofsen Ungleichförmigkeitsgrad der Beleuchtung zuläfst, da das in der üblichen Blickrichtung nicht geblendete Auge gut imstande ist, sich auch bei stark abnehmender Bodenbeleuchtung noch genügend genau zurecht zu finden.

Schirmstrahler sind jetzt für alle Gröfsen von Glühlampen von 25 Kerzen an bis hinauf zu den gröfsten Einheiten zu haben und zwar sowohl in Blechausführung wie auch in der besonders empfehlenswerten schweren, gegen Witterungseinflüsse weniger empfindlichen Ausführung in Gufseisen. Neuerdings befinden sich kleinere Schirmstrahler für niedrigere Aufhängehöhen auf dem Markt, welche für einen Lichtausfallwinkel bis fast 180° einstellbar sind. Sie gestatten die Anwendung verhältnismäfsig grofser Lichtpunktabstände und sind besonders zur Beleuchtung von Bahnsteigen mit tiefliegender Überdachung geeignet. Die Einstellung ist leicht so zu treffen, dafs der Führer der sich dem betreffenden Bahnhofe nähernden Lokomotive keine Blendung erfährt.

Abb. 3 zeigt zum Vergleich die Lichtverteilungskurve einer breitstrahlenden Leuchte für vorwiegend unmittelbare Beleuchtung neben der gleichartigen Kurve eines Schirmstrahlers, welcher für einen Lichtausfallwinkel von etwa 120° eingestellt ist*).

Abb. 4 zeigt Bodenbeleuchtungskurven derselben Leuchten.

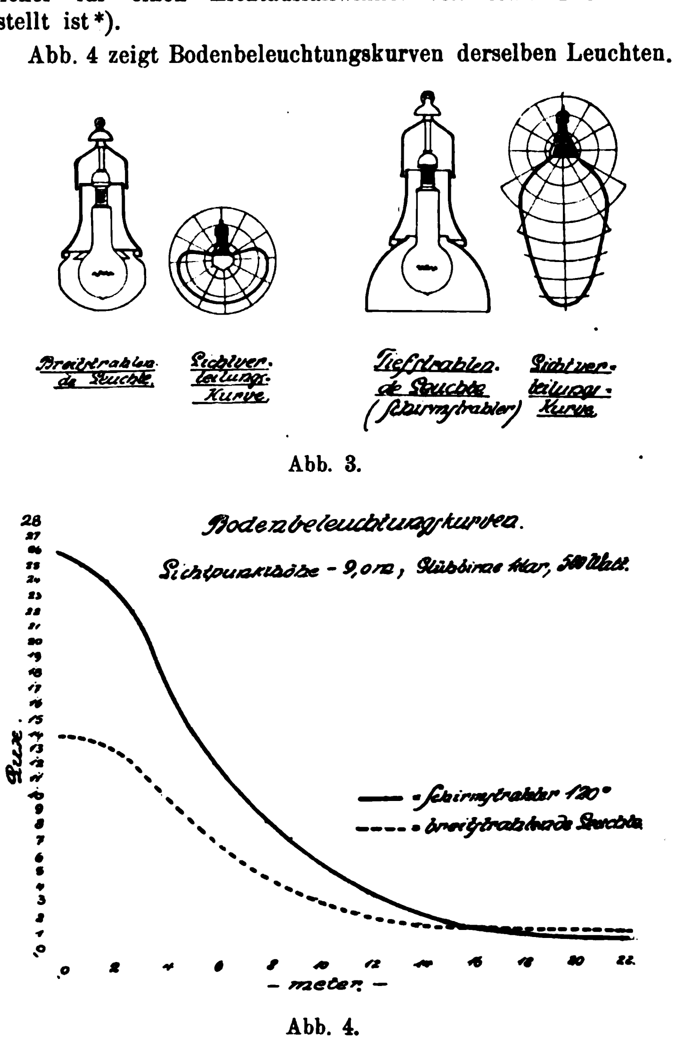



Abb. 3.

Abb. 4.

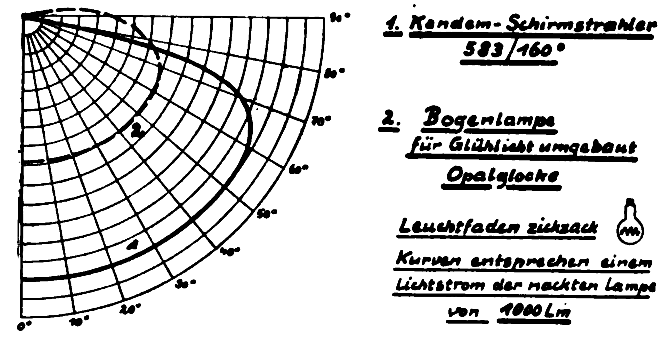



Abb. 5.

In Abb. 5 ist die Lichtverteilungskurve eines Kandem-Schirmstrahlers für 160° Strahlung neben der Lichtverteilungskurve einer für Glühlampenbeleuchtung umgebauten Bogenlampe mit Opalglocke dargestellt. Man findet leider noch häufig solche umgebauten Bogenlampen; die Vergeudung an elektrischer Energie, welche ihre Anwendung mit sich bringt, ist treffend durch die Abbildung illustriert.

*) Dem Betriebstaschenbuch „Beleuchtung" von Dipl.-Ing. Heyck, Obering. i. F. Körting u. Mathiesen A.-G., Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig entnommen.

Noch besser als aus den Abbildungen erkennt der Beobachter in der Wirklichkeit den ungemein wichtigen Vorzug der Schirmstrahler gegenüber breitstrahlenden Leuchten, den Lichtflufs lediglich dahin zu lenken, wo er zweckerfüllend hingehört — auf die Gleisanlage, den Bahnsteig usw. — Der sich einem mit Tiefstrahlern ausgerüsteten Bahnhof nähernde Führer eines Zuges wird in seiner Blickrichtung nicht mehr von blendenden Lichtstrahlen getroffen. Sein Auge bleibt daher besser befähigt, die Signalbilder rechtzeitig deutlich zu erkennen. Es wird beim Durchfahren längerer Strecken in den einzelnen Bahnhöfen nicht mehr geblendet und kann daher weniger leicht vorzeitig ermüden.

Beim Verschiebedienst in grofsen Bahnhöfen wird das Rangier- und auch das Lokomotivpersonal die Befreiung von der Blendung und die Ermöglichung einer klareren Beobachtung ebenfalls dankbar begrüfsen.

Der Stellwerksbeamte grofser Bahnhöfe, der im Strahlenkreuzfeuer nicht blendungsfreier Leuchten sein Auge besonders anstrengen mufs, wird die wohltuende, die Sicherheit erhöhende Wirkung des Aufenthalts aufserhalb des Strahlenbereichs nach Einführung neuzeitlicher Schirmstrahlerbeleuchtung auch nicht mehr missen mögen.

Die baldige allgemeine Einführung dieser besseren Beleuchtungsart ist nun keineswegs eine Sache, die lediglich im Interesse der Erhöhung der Betriebssicherheit wird erfolgen müssen, sondern sie ist auch eine unmittelbare wirtschaftliche Notwendigkeit. Vergleichende Messungen der Bodenlichtstärken (vergl. auch Abb. 3, 4 und 5) zeigten, dafs z. B. ein Schirmstrahler für 120° Strahlung eine um rund 100 % bessere Bodenhelligkeit ergibt als breitstrahlende Leuchten unter sonst gleichen Verhältnissen. Auf einem mit solchen Breitstrahlern von je 1000 Watt Energieaufnahme ausgerüsteten Bahnhof können also bei Einführung von Schirmstrahlern für jede Leuchtstelle je 500 Watt oder in der Stunde 0,5 kW/Std. gespart werden. Unter Zugrundelegung eines Preises von ℳ 0,10 für 1 kW/Std. und ℳ 25.— Anschaffungskosten für einen Schirmstrahler ergibt sich, dafs im vorliegenden Fall die einmalige Ausgabe schon nach $\frac{25,00}{0,5 \cdot 0,10} = 500$ Brennstunden durch Stromersparnis völlig gedeckt ist. Bei rund 2000 Brennstunden jährlich, wie sie Leuchten grofser Bahnhöfe aufweisen, würde hiernach eine völlige Tilgung des Anlagekapitals schon in der kurzen Frist von $2\,^1/_2$ Monaten erfolgt sein. Die erzielte Ersparnis ist derart hoch, dafs man auf die Hälfte verzichten und dafür lieber eine Steigerung der Beleuchtung um 25 % erkaufen sollte.

Am Schlusse meiner Betrachtungen über Schirmstrahler-Beleuchtung möchte ich noch auf eine zweite Möglichkeit hinweisen, wie man wohl ohne wesentliche Kosten die Deutlichkeit von Nacht-Signalbildern steigern könnte.

Vor-, Haupt- und andere Signale zeigen jetzt in Ruhebzw. Grundstellung nach rückwärts volles weifses Licht, in gezogenem Zustande kleines weifses Sternenlicht. Der Führer eines Zuges, welcher sich einer grofsen, mit zahlreichen Mastsignalen für beide Richtungen besetzten Signalbrücke nähert, erblickt neben dem für ihn bestimmten Signallicht die grofse Reihe der vollen weifsen Rücklichter der Signale für gegenläufige Richtung, wodurch das für ihn bestimmte Lichtzeichen in der notwendigen Aufdringlichkeit gedämpft wird. Ferner zeigt sich dem Rangier- und Streckenpersonal im Rücken der in Rede stehenden Lichtsignale Gleisruhe durch volles weifses Licht, dagegen Gleisbenutzung durch weniger leuchtkräftiges Sternenlicht an.

Vielleicht wäre es zweckmäfsig, sofern nicht die völlige Unterdrückung der Rücklichter angängig ist, die Rollen zu vertauschen. Der ankommende Führer würde dann neben dem für ihn bestimmten bunten Signallicht zumeist nur leuchtschwache weifse Sternenlichter erblicken, und das im Rücken von Lichtsignalen tätige Rangier- und Streckenpersonal würde durch das aufdringlichere Lichtzeichen — volles weifses Licht — auf bevorstehende Gleisbenutzung bzw. Gefahr aufmerksam gemacht.

# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

## Betrieb in technischer Beziehung. Signalwesen.

### Eisenbahnunfälle.

(Glasers Annalen Nr. 1141 — 1143, Januar/Februar 1925.)

Der Privatdozent an der technischen Hochschule Darmstadt Regierungsbaurat Dr. Karl Günther, Aschaffenburg, hat über das obengenannte Thema in der Deutschen Maschinentechnischen Gesellschaft im Oktober v. J. einen Vortrag gehalten. In der Einleitung weist er daraufhin, dafs so alt wie die Eisenbahn auch ihre Unfälle sind und gibt die Richtungen an, nach welchen sie zu betrachten sind: 1. Arten der Eisenbahnunfälle. 2. Häufigkeit und Folgen. 3. Ursache und Verhütung.

#### 1. Arten der Eisenbahnunfälle.

Von den drei Hauptgruppen scheiden für die vorliegende Betrachtung die Bauunfälle und die Unfälle bei den Nebenbetrieben aus, so dafs nur die Betriebsunfälle behandelt werden. Sie werden nach von Stockert in folgende Hauptgruppen eingeteilt:

A 1: Zusammenstofs von Eisenbahnzügen oder Eisenbahnfahrzeugen mit Eisenbahnzügen oder Eisenbahnfahrzeugen.
A 2: Durchschneidung und Streifung von Eisenbahnzügen
B: Zusammenstofs von Eisenbahnzügen oder Eisenbahnfahrzeugen mit Hindernissen auf der Fahrbahn.
C: Entgleisung von Eisenbahnzügen oder Eisenbahnfahrzeugen ohne vorausgegangenem Zusammenstofs.
D: Brand im Zuge.
E: Explosion.
F: Abstürzen vom Zuge.
G: Verbrecherischer Überfall im Zuge.
H: Verbrecherischer Anschlag auf den Zug.
I: Besondere Ereignisse.

Diese Einteilung, die auch zur Sammlung und Sichtung der Eisenbahnunfälle benutzt wird, ist keine glückliche, da sie nicht das wichtigste, die Unfallursache, in erster Linie berücksichtigt.

#### 2. Häufigkeit und Folgen der Eisenbahnunfälle.

Auf Grund der statistischen Aufzeichnungen in den verschiedenen Zweigen des Eisenbahnwesens wird Aufschlufs über den Fortschritt der zur Erhöhung der Betriebssicherheit getroffenen Mafsnahmen erlangt Ein Vergleich dieser Statistiken der verschiedenen Bahnen darf jedoch nicht ohne weiteres erfolgen, da dabei die ganze Eigenart der Bahn mitberücksichtigt werden mufs; im besonderen darf nicht die Länge des ganzen Bahnnetzes als Grundlage des Vergleichs benutzt werden, sondern besser der Zug- und Wagenverkehr. Von diesem mufs insbesondere die schnellere oder langsamere Bewegung und die Achsenzahl der Züge, sowie vornehmlich die Dichtigkeit des Zugverkehres berücksichtigt werden. Von der letzteren hängt vor allem die Sicherheit des Verkehrs ab, da bei ihm sich Störungen und Unregelmäfsigkeiten viel fühlbarer und übertragbarer auf den Betrieb erweisen, als bei schwachem Verkehr. Da diese Gesichtspunkte bei Beziehung auf einfache Achs- oder Zugkilometer nicht berücksichtigt sind, so sind solche Berechnungen mit der nötigen Vorsicht zu benutzen. Weiter ist erforderlich, dafs diese Unfallstatistik, die sich selbstverständlich auch mit den Folgen der Unfälle, mit der Zahl der getöteten und verletzten Personen befafst, wahrheitsgetreu und rücksichtslos geführt und die Aufnahme der einzelnen Fälle sorgfältig geprüft wird. Wie wertvoll es ist, sich einen Überblick über die Unfallziffern zu verschaffen, wird an der Zahl der Unfälle in Deutschland und an der der getöteten und verletzten Personen auf den nordamerikanischen Eisenbahnen erläutert.

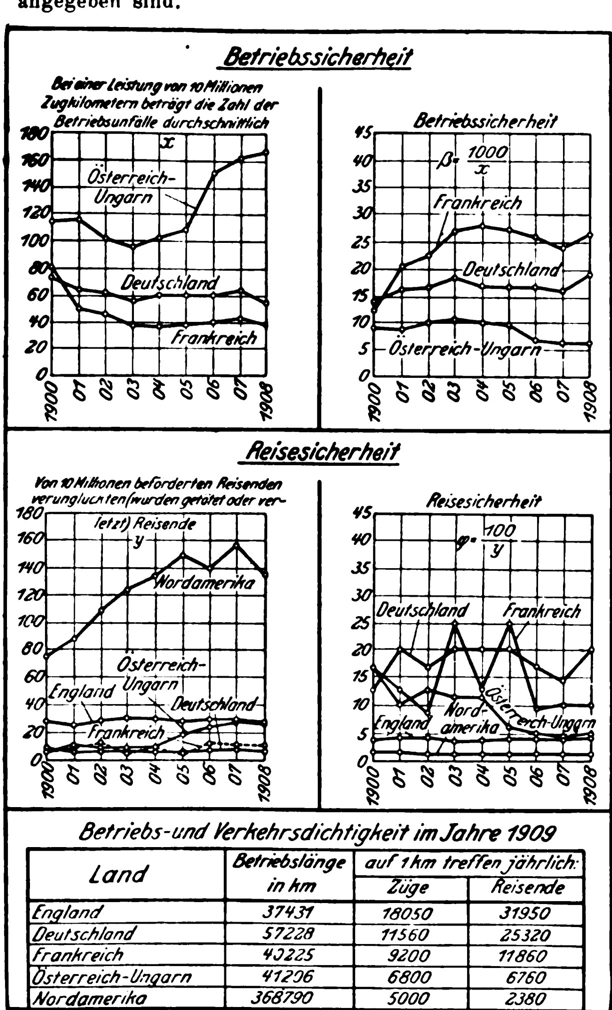
Wenn auch die Untersuchung dieser Verhältnisse eines Landes für sich von Bedeutung ist, so gewinnt sie doch erst besonderen Wert durch Vergleich mit denen anderer Länder. Es mufs hierbei jedoch mit kräftigem Mifstrauen gegen die eigenen, vielleicht zu mechanisch abgeleiteten Folgerungen und mit gründlicher Sach-

kenntnis vorgegangen werden, um vor Trugschlüssen bewahrt zu bleiben, da die Zählung der Unfälle nicht in allen Ländern gleichmäfsig und gleich sorgfältig erfolgt und auch die Grundlagen der Statistik geändert worden sind. Weiter ist dabei zur Erlangung einwandfreier Ergebnisse ein möglichst grofser Zeitraum, der frei von aufsergewöhnlichen Einwirkungen (Krieg, mangelhafte Ernährung, ungenügende Beschaffenheit der Betriebsstoffe etc.) sein mufs, zu wählen. Der Ruf nach internationaler Regelung der Aufstellung von Unfallnachweisen ist daher begründet.

Für die Jahre 1900 bis 1908 gibt die Abb. 1 nach von Stockert eine vergleichende Zusammenstellung verschiedener Länder, woraus die Ziffern für ihre „Betriebssicherheit" und ihre „Reisesicherheit" errechnet werden.

Um jedoch die wichtigste Aufgabe der Unfallstatistik zu erfüllen, mufs sie kurz, klar und übersichtlich Auskunft über die Ursachen und über alle für den Unfall wichtigen Punkte geben.

Besonders lehrreich ist es für die Unfallursachen „Gefahrengrade" zu ermitteln (v. Stockert I. Bd. S. 22, 23), wie sie in Abb. 2 angegeben sind.




| Land | Betriebslänge in km | auf 1 km treffen jährlich: Züge | Reisende |
|---|---|---|---|
| England | 37431 | 18050 | 31950 |
| Deutschland | 57228 | 11560 | 25320 |
| Frankreich | 40225 | 9200 | 11860 |
| Österreich-Ungarn | 41206 | 6800 | 6760 |
| Nordamerika | 368790 | 5000 | 2380 |

Abb. 1.

Zu diesen Hauptabteilungen sind dann noch Unterabschnitte vorhanden, die eine möglichst eingehende Feststellung veranlassen sollen, um sicher und einwandfrei auf die wirkliche Ursache zu gelangen. Dazu ist aufserdem noch reiche Erfahrung und scharfer Blick des bearbeitenden Beamten erforderlich; auch ist es zweckmäfsig, wenn die Vorbildung der Ingenieure auf den Hochschulen darauf schon Rücksicht nimmt. Besonders zu beachten ist auch, dafs aus den Einzelheiten der beim Unfalle gemachten Beobachtungen eine Folgerung gezogen wird, die seine Wiederholung möglichst ausschliefst.

Es werden dann die durch die einzelnen, vorstehend aufgeführten Ursachen entstandenen Unfälle besprochen und besonders gekennzeichnete, in den verschiedenen Ländern der Erde vorgekommene kurz aber fesselnd beschrieben, die Beschreibung z. T. durch Abbildungen wirksam unterstützt. Im Anschlufs daran werden Bedingungen für die betreffenden Betriebsanlagen und Betriebsmittel aufgestellt. Im besonderen wird weiter betont, dafs vor allen Dingen die Ursache einwandfrei festgestellt wird. Die Regierungen der meisten Länder haben daraus entsprungene Gesetze und Anordnungen erlassen, Eisenbahnverwaltungen sich deshalb zusammengeschlossen („Technische Vereinbarungen"), sowie zu diesen Zwecken die Presse zur praktisch-wissenschaftlichen Belehrung mit herangezogen. Um von vornherein die Unfälle zu vermeiden, werden in neuerer Zeit zur Feststellung der Berufseignung psychotechnische Prüfungen der

**Ursachen der Eisenbahnunfälle**

| der Weg | das Fahrzeug | | die bewegende Kraft | |
|---|---|---|---|---|
| 171641 Brüche der Schienen | 24372 Brüche der Radreifen | 5764 Brüche der Wagenachsen | 1475 Brüche der Lokomotiv- u. Tenderradreifen | 5432 Brüche der Lokomotiv- u. Tenderachsen |
| verursachten auf den Bahnen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen in dem zehnjährigen Zeitabschnitt 1900 mit 1909 Entgleisungen: | | | | |
| 125 | 189 | 234 | 23 | 126 |
| der Gefahrengrad (Anzahl der Entgleisungen × 10000 / Anzahl der Brüche) beträgt daher: | | | | |
| 1250000 / 171641 | 1890000 / 24372 | 2340000 / 5764 | 230000 / 1475 | 1260000 / 5432 |
| 7 | 78 | 406 | 156 | 232 |
| Von 3600000 Schienen brechen 17000 jährlich. Auf je 200 Schienen 1 Bruch | Von 3900000 Radreifen brechen 2430 jährlich. Auf je 1666 Reifen 1 Bruch | Von 1950000 Wagenachsen brechen 580 jährlich. Auf je 3333 Achsen 1 Bruch | Von 460000 Radreifen brechen 150 jährlich. Auf je 3333 Reifen 1 Bruch | Von 230000 Achsen brechen 540 jährlich. Auf je 500 Achsen 1 Bruch |
| 0,5 vom Hundert | 0,06 vom Hundert | 0,03 vom Hundert | 0,03 vom Hundert | 0,2 vom Hundert |

Abb. 2.

### 8. Ursachen der Eisenbahnunfälle und deren Verhütung.

Die Ursachen können sein:

I. Das Verkehrsmittel: A. der Weg, B. das Fahrzeug, C. die bewegende Kraft.

II. Äufsere Einflüsse durch: A. die Erde, B. das Feuer, C. die Luft, D. das Wasser, E. Tiere.

III. Die Verwaltung und zwar: A. Organisation, B. Verwaltungsdienst, C. Personalwesen, D. Bau- und Unterhaltungsdienst, E. Bewachungsdienst, F. Betriebsdienst, G. Verkehrsdienst, H. Wirtschaftsdienst (Finanzwesen).

IV. Der Mensch: A. das Personal, B. Reisende und Verfrachter, C. fremde Personen.

V. Unbekannt

Anwärter vorgenommen, auch der weitere Ausbau des Eisenbahnbildungswesens durch Lehrfilme empfohlen. B. E. Eck.

### Österreichische Schnellzug-Fahrtleistungen.

(Die Lokomotive 1924, Heft 12.)

Die Fahrtleistungen der Österreichischen Bundesbahnen, die vielfach als nicht vollwertig betrachtet werden, haben einen Vergleich mit jenen anderer Bahnverwaltungen nicht zu scheuen, sobald dieser Vergleich auf objektiver Grundlage durchgeführt wird. Keines der europäischen Länder ist durch den Krieg und seine Folgen so empfindlich getroffen worden wie Österreich. Die Beschaffenheit der Kohle ist schlechter geworden und die schon vorher ungünstigen Geländeverhältnisse kommen noch stärker zur Geltung, seitdem die

Westbahnstrecke Wien—Salzburg—Innsbruck—Arlberg zur Hauptverkehrsader des neuen Österreich geworden ist, während auf den übrigen Reststrecken der Verkehr erheblich abgenommen hat. Gerade die Westbahnstrecke stellt aber der Erreichung von Reisegeschwindigkeiten, wie sie auf andern Bahnen verhältnismäfsig leicht zu erreichen sind, mit den schweren Schnellzügen dadurch fast unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen, dafs schon die verhältnismäfsig günstige Strecke Wien - Salzburg (313 km) mit längeren Steigungen von 10‰ zwei Hauptwasserscheiden überwindet. Trotzdem werden dort im regelmäfsigen Verkehr sehr beachtenswerte Fahrtleistungen erzielt.

So beförderte am 14. Oktober 1924 eine Gölsdorfsche 1C2-h4v Lokomotive den D-Zug 204, Salzburg—Wien, mit einer Belastung bis Attnang von 259 t, ab Attnang 331 t und verkürzte dabei die ohnedies sehr knappe Gesamtfahrzeit noch um drei Minuten. Trotz einer gleich nach der Ausfahrt beginnenden Rampe von 11‰ wurde schon nach 14 km eine Geschwindigkeit von 68 km/Std. erreicht; dabei war die Reibung fast stets voll ausgenützt. Die Reisegeschwindigkeit betrug auf der Gesamtstrecke, die seit dem Frühsommer 1924 von Lokomotiven mit Ölfeuerung ohne Personalwechsel durchfahren wird, 53,5 bezw. unter Berücksichtigung der Aufenthalte fast 60 km/Std. Diese Leistung ist umso höher zu bewerten, als auf der schwierigen Strecke nicht weniger als elfmal angehalten werden mufs, wobei die Aufenthalte oft knapp aufeinander folgen. Aufserdem mufste noch verschiedene Male wegen Gleisarbeiten auf 30 bis 10 km abgebremst werden.

Am 14. September 1924 durchfuhr dieselbe Lokomotive mit dem D-Zug 203 von 380 t Wagengewicht die 55 km lange Teilstrecke Linz—Attnang—Puchheim mit zwei Aufenthalten von je zwei Minuten fahrplanmäfsig in 63 Minuten. Die Reisegeschwindigkeit betrug dabei allerdings nur 52,4 bezw. 55 km/Std., jedoch liegt die ganze Strecke in Steigungen von 2 bis 5‰ und aufserdem war der Zug wegen einiger etwas schleifender Bremsklötze schwer in Gang zu bringen.

Eine neue Erscheinung bildet das allmähliche Eintreten der neuen 2D-h2 Schnellzuglokomotiven auf dieser Strecke. Sie sollen Züge von 500 bis 600 t im gewöhnlichen Zugdienst nach Wien bringen und dabei noch vielfach Verspätungen bis 20 Minuten einholen. Bedenkt man zudem noch die erhebliche Fahrzeitkürzung, die sich ergeben wird, wenn erst die Arlbergbahn durchweg elektrisch betrieben werden kann, so sieht man, dafs die Österreichischen Bundesbahnen mit Erfolg bestrebt sind, ihr Eisenbahnwesen auch in dieser Hinsicht wieder auf die alte Höhe zu bringen und sogar noch über diese hinaus zu fördern. R. D.

**Versuchsfahrten auf einem Sandgleis.**

(Railway Gazette, Vol. XLII, Nr. 4 v. 23. 1. 25, S. 115).

Auf einer Strecke der englischen Grofsen Westbahn in Wales, die unter 1 : 45 bis 1 : 57 fällt, ist im August 1923 zur Erhöhung der Betriebssicherheit ein Sandgleis eingebaut worden. Es erstreckt sich auf rund 300 m Länge und liegt ungefähr auf halber Höhe der Steilrampe. Die Schienen des Sandgleises laufen parallel zu den Hauptfahrschienen und sind in einem fortlaufenden Trog verlegt, der mit Kies ausgefüllt ist. Kies hat sich zum Aufhalten der Züge als geeigneter erwiesen als Sand Das Kiesbett reicht etwa 8 cm über SO. Die Einfahrweiche ist mit dem Einfahrsignal des am Fufs der Steilrampe gelegenen Bahnhofs Neath gekuppelt und steht auf Ablenkung, solange das Signal Halt zeigt; ehe dieses gezogen, nach englischen Gebrauch also der Flügel gesenkt werden kann, mufs die Einfahrtweiche in das Sandgleis auf geraden Strang gestellt werden.

Bei den Versuchen, die in Gegenwart einer Anzahl von Lokomotivführern und Zugschaffnern angestellt worden sind, wurde zunächst ein Zug, bestehend aus einer Lokomotive Bauart 1 C mit einem Zugführerwagen und 41 beladenen Kohlenwagen im Gesamtgewicht von 826,9 t etwa 200 m vor dem Sandgleis zum Stehen gebracht. Sodann wieder in Bewegung gesetzt, fuhr der Zug mit etwa 24 km Stundengeschwindigkeit in das Sandgleis ein, wobei die Lokomotive so lange arbeitete, bis sie hinter die Sandweiche gekommen war. Darauf wurde der Dampf abgesperrt und der Zug kam nach 27 Sekunden mit der Lokomotive und 17 Wagen im Sandgleis stehend, auf eine Entfernung von 110 m zum Stehen. Um die Weiterfahrt zu ermöglichen, mufste erst der Kies aus dem die Schienen umgebenden Trog ausgeschaufelt werden.

Der zweite Versuch wurde so angestellt, als ob der Führer die Herrschaft über den Zug verloren hätte. Der Zug, der 1003,3 t wog, fuhr von einer Stelle 437 m vor der Sandweiche an. An sechs Güterwagen und am Zugführerwagen wurden die Bremsen angezogen. Der Zug fuhr in das Sandgleis mit 53 km Stundengeschwindigkeit ein. Die Lokomotive war ungebremst; der Dampf war abgesperrt. Der Zug rutschte durch das Sandgleis durch und kam dann nach 32 Sekunden zum Stehen, nachdem er 324 m weit gefahren war. Die Lokomotive und ein Wagen hinter ihr waren wieder auf dem Hauptgleis. Etwa 80 m vor der Ausfahrtsweiche zog der Lokomotivführer die Bremse an, es war aber deutlich zu sehen, dafs der Zug auch ohne diese Bremsung zum Halten gekommen wäre. Es gelang der Lokomotive nicht, den Zug wieder in Bewegung zu bringen, und auch das Ansetzen einer zweiten Lokomotive am Ende des Zugs hatte keinen Erfolg. Schliefslich wurde der Zug in zwei Hälften aus dem Sandgleis herausgeholt. Wernekke.

## Betrieb in technischer Beziehung.

**Schrankenlose Bahnüberfahrten und Autoverkehr.**

Es ist hinreichend bekannt, dafs die schrankenlosen Bahnüberfahrten an verkehrsreichen Strafsen eine ungeheure Gefahr für den Autoverkehr bilden.

Der Reichsverband der Automobilindustrie, sowie die Automobilklubs bemühen sich seit Jahren angesichts der teilweise geradezu tragischen tötlichen Unglücksfälle an solchen Überfahrten im Benehmen mit den Reichsbahndienststellen eine Lösung zu finden, die einerseits einen sicheren Schutz bietet, andrerseits für die Reichsbahn und die Automobilbesitzer finanziell tragbar erscheint.

Als selbstverständlich mufs vorausgeschickt werden, dafs eine rechtliche Verpflichtung der Reichsbahn nicht besteht, für einen neuerlich entstandenen Verkehr einseitig die finanziellen Lasten der notwendigen Sicherungsmafsnahmen zu tragen. Dies ist in erster Linie Aufgabe der Kraftwagenverbände.

Im nachfolgenden soll ein Vorschlag gemacht werden für eine Sicherung, die zweifellos geeignet ist, die Gefahren an solchen Überfahrten wesentlich herabzumindern, ohne dafs hierfür erhebliche Kosten aufgewendet werden müssen.

Bekanntlich hat man in Österreich auf den dortigen Bundesbahnen seit 1915 eine sehr interessante Einrichtung getroffen, um die geschlossenen Schrankenbäume den Autoführern bei Nacht sicher kenntlich zu machen (siehe Organ 1923, Heft 11), dadurch, dafs auf jedem Schrankenbaum zwei kleine Scheinwerfer (ohne eigene Lichtquelle) mit roten Glaslinsen von 7 bis 9 cm Durchmesser und 10 bis 12 cm Länge (Friedenspreis etwa 8 bis 10 Kronen pro Stück) angebracht wurden, die gegen die Strafse gekehrt und 80 cm voneinander entfernt sind.

Sie befinden sich bei niedergelegtem Schrankenbaum ungefähr in Höhe der Autolaternen und werfen deren Licht gegen das Fahrzeug zurück, so dafs der Fahrzeugführer bei Annäherung an die geschlossene Schranke zwei rote Lichtsignale erblickt.

Seitdem diese Scheinwerfer, die keine andere Bedienung erfordern, als eine zeitweise Reinigung der Linsen von Staub, in Verwendung sind, haben die früheren ständigen Klagen der Kraftwagenverbände über die schlechte Sichtbarkeit der geschlossenen Schranken bei Dunkelheit vollständig aufgehört und es konnte die früher verlangte kostspielige Beleuchtung der Übergänge erspart werden.

Diese guten Erfahrungen, die in Österreich mit dieser Reflexbeleuchtung durch die Autos gemacht wurden, veranlafsten den Unterzeichneten, Versuche zu machen, an schrankenlosen Überfahrten in der Mitte der Strafse eine Tafel aufzuhängen, die durch die Autolaternen beleuchtet wird und dadurch als Warnsignal dienen soll.

Die Tafel über der Bahn aufzuhängen verbietet sich wegen des hohen Lichtprofils (4,80 m). Über der Strafse ist hingegen eine Lichthöhe von 3 bis 3,50 m zulässig. Die Tafel ist beweglich und kann beim Anstreifen ausweichen. Je eine Tafel wäre stets in der Geraden vor bzw. nach der Überfahrt aufzuhängen, damit sie auf ca. 80 bis 100 m bereits in die Sichtlinie des Kraftwagenlenkers tritt, ferner in möglichst grofsem Ausmafs mit dem bekannten Gefahrsignal # in schwarz auf weifsem Emailgrund zu wählen.

Die Versuche ergaben eine hinreichend weite und genügend auffallende Sichtbarkeit, um die Lenker von Kraftfahrzeugen auf einen gefährlichen Bahnübergang aufmerksam zu machen. Bei Tage ist gute Sichtbarkeit ohne weiteres vorhanden.

Die Signale wären nur vor wirklich gefährlich, d. h. unübersichtlichen Überfahrten anzubringen, damit sie nicht ihre Wirkung als Signal höchster Gefahr verlieren.

Die Kraftwagenverbände weisen häufig auf die verschiedenen selbsttätigen Signalanlagen hin, die von Signalfirmen heute empfohlen werden (Blinklicht, selbsttätig schliefsende Schranken etc.) und glauben hierin die einzig mögliche Sicherung suchen zu müssen.

Dieser Weg ist indes abwegig und wird auf Jahre hinaus zu keinem greifbaren Ergebnis führen, da einerseits bei jeder selbsttätigen Signaleinrichtung erfahrungsgemäfs Störungen und Versager vorkommen und die Reichsbahnen hierfür die volle Haftung übernehmen müfste, andrerseits die Kosten für Bau und Unterhaltung so hoch sind, dafs sie weder von der Reichseisenbahn noch von den Kraftwagenverbänden getragen werden könnten.

Ich gebe daher die obige Anregung, damit auch anderwärts Versuche in gleicher Richtung angestellt werden.

Wöhrl, Reichsbahnoberrat, Nürnberg.

## Lokomotiven und Wagen.

### Ljungström Turbinenlokomotive für England.

(The Railway Engineer 1925, Januar.)

Die Lokomotive, von der schon kurz im Organ*) berichtet und ein Typenbild gezeigt wurde, ist bei der Firma Beyer, Peacock und Co. in Leeds im Bau und soll als Versuchsausführung für die Einführung der Ljungström-Lokomotive in England werben. Zu diesem Zweck wird sie eingehenden Probefahrten auf verschiedenen englischen Bahnen unterzogen werden.

Sie entspricht im wesentlichen der älteren schwedischen Ausführung**), nur in den Einzelheiten ist den englischen Bauformen Rechnung getragen. Beim Triebfahrzeug ist der Treibraddurchmesser etwas vergröfsert und statt der hinteren Laufachse ein Drehgestell gewählt worden. Turbine und Getriebe, die bisher vor der ersten Kuppelachse untergebracht waren, liegen nunmehr über dieser. Damit ist der frühere Überhang beseitigt und der Lauf des Triebgestells, zu dem man bei der schwedischen Maschine kein rechtes Zutrauen haben konnte, mufs wesentlich besser geworden sein. Auch die Leistung der Lokomotive ist etwas erhöht worden. Die Hauptturbine entwickelt bis zu 2000 PS bei 10000 Umdrehungen in der Minute, entsprechend einer höchsten Lokomotivgeschwindigkeit von annähernd 115 km/Std. Im übrigen bietet die Maschinen- und Kühleranlage gegenüber früher nichts Neues. Der Kessel für 20 at Betriebsdruck hat Belpaire-Form mit breiter, eiserner Feuerbüchse, Stehbolzen aus demselben Material und Kleinrohr-Überhitzer. Er ist gegenüber der früheren Ausführung zugänglicher geworden, weil der Kohlenbehälter über dem Stehkessel weggenommen und hinter den Führerstand gelegt wurde. Allerdings dürfte damit wieder die Turbinenanlage schwerer zu übersehen sein, die aber, wie die Art ihrer Unterbringung bei anderen Turbinenlokomotiven zeigt, weniger Aufmerksamkeit zu erfordern scheint. Die Dampfleitung vom Kessel zur Turbine kann an zwei Stellen abgesperrt werden: einmal in der üblichen Weise im Dom und aufserdem noch in der Nähe der Hauptturbine. Der Regler im Dom bleibt offen, solange die Lokomotive unter Dampf steht. Damit bleibt das ganze Zuleitungsrohr samt Überhitzer stets mit Dampf gefüllt und es können alle Hilfsmaschinen von hier aus mit überhitztem Dampf betrieben werden. Das Kesselfahrzeug hat Dampf- und Handbremse, das Triebfahrzeug Luftsaugebremse, die auch für den Zug vorgesehen ist.

Die Hauptabmessungen sind schon früher angegeben worden; einige seien hier noch nachgetragen:

| | |
|---|---|
| Kesselüberdruck p | 20 at |
| Kesseldurchmesser aufsen | 1829 mm |
| Kesselmitte über Schienenoberkante | 2705 „ |
| Heizrohre, Anzahl | 238 Stück |
| „ , Durchmesser aufsen | 63,5 mm |
| Überhitzerrohre, Durchmesser aufsen | 20,5 „ |
| Vorrat an Speisewasser | 2,7 cbm |
| Vorrat an Brennstoff | 6,0 t |

R. D.

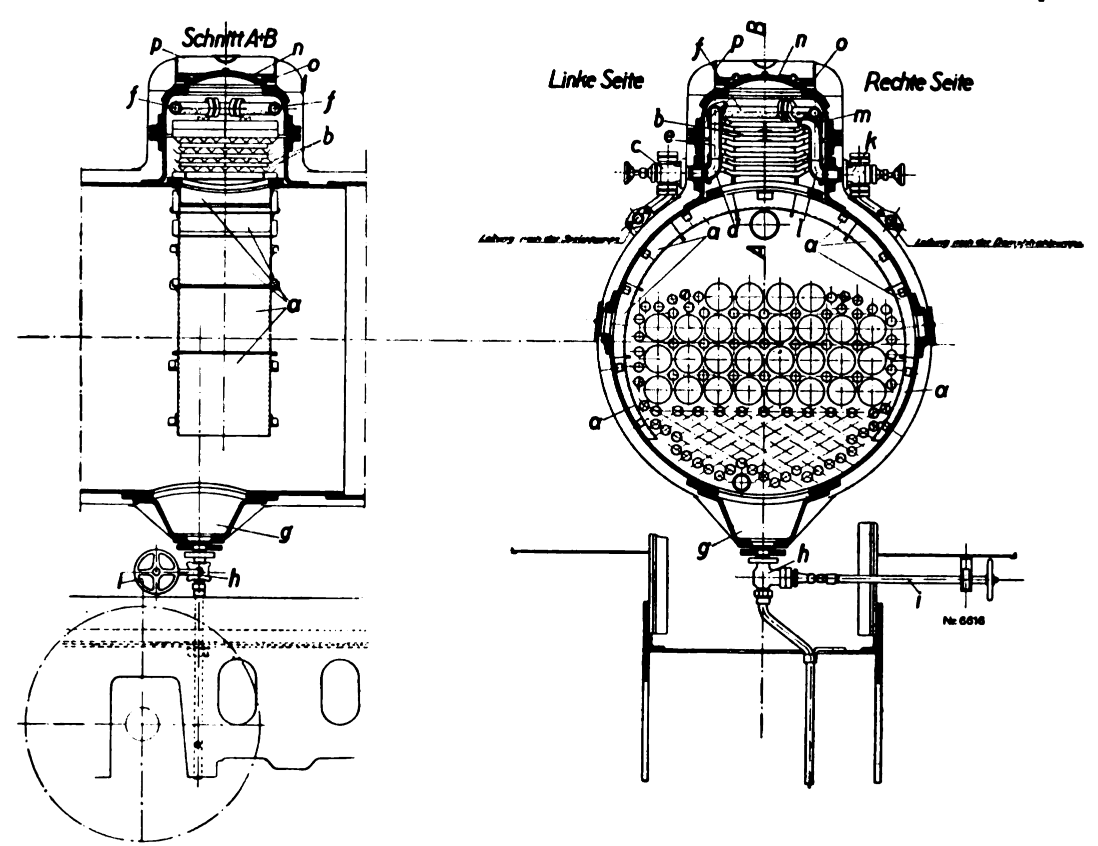
*) Organ 1924, S. 365.

**) Organ 1923, S. 11 und 1924, S. 27.

### Schlammabscheider für Lokomotivkessel.

(Han. Nachr. 1924, Heft 134.)

Bei der gegen Ende des Krieges gebauten Einheits-Güterzuglokomotive, Klasse G 12, wurden zum erstenmal in Deutschland Schlammabscheider in gröfserem Umfang verwendet. Es waren dies Rieselbleche im vorderen Teil des Kessels, über welche das Speisewasser nach dem Eintritt in den Kessel geleitet wurde. Der hierbei ausgeschiedene Schlamm mufste aus einem Schlammsammler am Bauch des Kessels ausgeblasen werden. In der Folge wurde dieser Schlammabscheider noch durch Hinzufügen eines Speisedoms vervollständigt. Die guten Erfahrungen, die mit dieser neuesten Bauart erzielt wurden, gaben Veranlassung, nunmehr sämtliche neueren Lokomotiven der deutschen Reichsbahn, ja selbst die Umbauten und Ersatzkessel älterer Lokomotiven mit derartigen Schlammabscheidern auszurüsten. Die Bauart soll daher an Hand der Textabbildung im folgenden kurz beschrieben werden.




Die Rieselbleche a sind, wie schon erwähnt, auch bei dem neuen Schlammabscheider beibehalten. Neu ist der Dom, in welchem rostartig übereinander liegende Winkeleisen b eingebaut sind. An der linken Seite des Domes sitzt das Kesselspeiseventil c, an das die Leitung von der Speisewasserpumpe anschliefst. Dieser Anschlufs setzt sich im Dom durch den Krümmer d und das senkrechte Rohr e nach dem ringförmig gebogenen Rohr f fort. Letzteres hat in seiner

unteren Hälfte eine Anzahl 5 mm grofser Löcher, aus denen sich das Wasser beim Speisen auf den Winkelrost b ergiefst. Die Wasserstrahlen vermischen sich mit dem Dampf im Dom und scheiden beim Niederfall auf dem Winkelrost bereits erhebliche Mengen der Unreinigkeiten aus. Die einzelnen Winkel sind an den Enden hochgebogen, damit das Wasser nicht glatt hindurchfliessen, sondern nur rieseln kann. Nachdem schon ein grofser Teil des Kesselsteins sich im Dom abgesetzt hat, läuft das Wasser dann noch über die Rieselbleche a und wird dabei noch weiter entschlammt. In derselben Weise wird das durch die Dampfstrahlpumpe geförderte Wasser von der rechten Seite her über das Kesselspeiseventil k zugeleitet mit dem einzigen Unterschied, dafs es nicht aus einem ringförmig gebogenen Rohr, sondern aus dem froschmaulartig ausgebildeten Stutzen m auf den Winkelrost fällt. Die Ablagerungen im Rundkessel werden durch den Schlammsammler g aufgenommen und mit dem Abschlammschieber h von dort entfernt. Zur Reinigung des Winkelrostes können die einzelnen Winkelstücke durch den Domverschlufsdeckel n herausgenommen werden, der aufgeschliffen ist und mit dem Druckring o befestigt wird. Die Dombekleidung hat hierzu den leicht herausnehmbaren Einsatz p.

Die beschriebene Bauart des Schlammabscheiders ist bei hoher Kessellage mit niederem Dom ebenso leicht ausführbar wie bei tiefliegendem Kessel. Nur wird die Anzahl der rostartig angeordneten Winkeleisenlagen je nach der verfügbaren Domhöhe verschieden ausfallen. R. D.

### Ein neuer Mefswagen der New York-Central Bahn.

(Railway Age 1924, 2. Halbj. Nr. 25.)

Der neue Wagen ist ganz aus Eisen gebaut und ruht auf zwei zweiachsigen Schwanenhals-Drehgestellen. Er ist seit etwa einem Jahr in Betrieb und hat eine Länge von 15,9 m und eine Breite von 2,65 m. Der Mefsraum liegt am einen Ende des Wagens und hat einen erhöhten Aufbau zur Beobachtung der Strecke. Er nimmt mit einer lichten Länge von rd. 6,5 m die kleinere Hälfte des Wagens ein und enthält neben dem Mefsapparat einen grofsen Zeichentisch, einen Schreibtisch und Aktenschrank, sowie verschiedenes kleineres Zubehör. Zum Aus- und Einbringen dieser Teile, sowie der Mefsgeräte sind zwei seitliche Schiebtüren vorgesehen.

Insgesamt können mit dem Wagen 17 verschiedene Messungen gemacht werden. Einige davon werden selbsttätig in kurzen Zwischenräumen aufgezeichnet, die übrigen lassen sich zu beliebigen Zeitpunkten gemeinsam oder einzeln einschalten. Aufgenommen werden die Zeit, die Zug- und Druckkraft, die Geschwindigkeit, der Druck in der Bremsleitung und im Bremszylinder, der Kesselüberdruck, die Stellung von Regler und Steuerung, die Neigungen und Krümmungen der Strecke sowie der jeweilige Standort und die zurückgelegte Streckenlänge des Zugs, Zeit und Menge der Feuerbeschickung und schliefslich noch Indikator-Diagramme. Aufserdem ist noch Platz für einige etwa noch hinzukommende Messungen vorgesehen.

Der Zug- und Druckkraftmesser reicht für Zugkräfte bis 225 t und für Druckkräfte bis 435 t. Er überträgt die auftretenden Kräfte je besonders mittels Flüssigkeit auf das Schreibzeug, das aber ausgeschaltet werden kann, wenn keine Messungen gemacht werden sollen. Der Wagenboden, an dem die Vorrichtung befestigt ist, ist so kräftig gehalten, dafs Beschädigungen des Wagens durch die grofsen Kräfte oder starke Stöfse vermieden werden. Die Geschwindigkeit des Papierstreifens, auf dem alle Messungen aufgezeichnet werden, kann beliebig gewählt werden; er läuft bei Vor- und Rückwärtsfahrt stets in derselben Richtung und ist so angeordnet, dafs handschriftliche Ergänzungen leicht eingetragen werden können.

Das gesamte Mefsgerät wird von der darunter liegenden Achse mittels staubdicht gekapselter Kegelräder angetrieben. Die nach oben führende Welle dieses Antriebs ist mit Rücksicht auf die gegenseitigen Bewegungen von Untergestell und Wagenkasten teleskopartig ausgebildet. Aufserdem ist noch der Antrieb mittels eines Elektromotors vorgesehen. Der mechanische Antrieb läfst sich ebenso wie oben beim Kraftmesser ausschalten. Sämtliche für die Messungen erforderlichen Schaltungen kann der Bedienungsmann von seinem Platz aus leicht vornehmen.

Von der übrigen Einrichtung ist nicht viel zu erwähnen. Die Aufenthalts- und Schlafräume liegen am andern Ende des Wagens. Die Küche mit Herd, Ablauf, Schränken für Kleider und Porzellan, sowie einem Eisschrank scheint im Verhältnis zu dem nach Art der Pullman-Wagen eingerichteten Wohn- und Schlafraum sehr reichlich bemessen. Letzterer enthält bei 1,9 m Länge zwei Tische und vier Betten. Weitere Schlafgelegenheiten sind unter der Decke des Mefsraums untergebracht. Der Wagen hat Dampfheizung und elektrische Maschinenbeleuchtung. Zwei im Dach untergebrachte Behälter enthalten rd. 750 l Wasser. Ein Teil davon wird durch die Abwärme des Herdes vorgewärmt.

Im Vergleich mit andern Mefswagen läfst dieser amerikanische Wagen noch Raum für mancherlei Verbesserungen. Man vermifst bei ihm vor allem die doch nicht unwesentlichen Temperatur-Messungen im Dampfsammelkasten und im Schieberkasten und die Druck- bzw. Unterdruckmessungen in Dampfsammelkasten, Blasrohr, Feuerbüchse und Rauchkammer. Den Wasserverbrauch gegenüber dem Kohlenverbrauch zu vernachlässigen, entspricht amerikanischer Gepflogenheit. R. D.

## Bücherbesprechungen.

**Wechmann, Der elektrische Zugbetrieb der Deutschen Reichsbahn.** Beiträge mit Benutzung amtlicher Quellen von Mitarbeitern im Bau und Betrieb der elektrischen Zugförderung der deutschen Reichsbahn, herausgegeben von Wilhelm Wechmann, Ministerialrat im Reichsverkehrsministerium. R. Otto Mittelbach (Romverlag), Berlin-Charlottenburg 5, 1925.

Die Einführung des elektrischen Betriebs auf den deutschen Vollbahnen hat in den Jahren nach dem Krieg aufserordentliche Fortschritte gemacht und durch das enge Zusammenarbeiten der Behörden der Reichsbahn mit den Firmen der Elektrotechnik und des Maschinenbaus ist eine weitgehende Vereinheitlichung der Einzelteile der elektrischen Lokomotiven, der Fahrleitungen usw. zustande gekommen; es ist also ein gewisser Abschlufs der Entwicklung erreicht. Für jeden Ingenieur, besonders aber für den Bahntechniker ist es deshalb von gröfstem Wert, einen Überblick über den Stand der elektrischen Zugförderung zu erhalten, und es ist sehr zu begrüfsen, dafs sich die Reichsbahn entschlossen hat, ein grofses Werk über den elektrischen Zugbetrieb herauszugeben. In dem Werk kommen die einzelnen Fachleute der Reichsbahn zu Wort, die mitten in der Praxis des Baues und Betriebes der elektrischen Zugförderung stehen und von denen manche die ganze Entwicklung des elektrischen Zugbetriebs miterlebt haben.

So ist ein hervorragendes monumentales Werk zustande gekommen, wie wir es auf anderen Gebieten der Elektrotechnik im gleichen Umfang nicht besitzen. Der allgemeinen Anlage nach gliedert sich das Werk in grofsen Zügen wie folgt. Nach Darlegung der wirtschaftlichen Bedeutung und des Umfanges der elektrischen Zugförderung werden zuerst die Bahnstromerzeugung und die hierbei benutzten Kraftquellen behandelt, dann die Übertragungsleitungen, die Stromverteilung und die Unterwerke. Hierauf werden die Bauarten der Fahrleitungen und ihre Entwicklung zur Einheitsfahrleitung und die Errichtung und Unterhaltung derselben beschrieben. Daran schliefsen sich die Abschnitte über die elektrischen Lokomotiven und über die Einwirkung des Bahnstromes auf die Fernmeldeleitungen. Die nächsten Kapitel sind den Stadt- und Vorortbahnen gewidmet und schliefslich sind die Einrichtungen zur Unterhaltung und Ausbesserung der Betriebsmittel, die Anlagen für die elektrische Beleuchtung und Kraftversorgung der Bahnanlagen behandelt. Im Schlufskapitel werden die Kosten für elektrischen und Dampfbetrieb miteinander verglichen.

Auf Einzelheiten dieses grofsen Stoffes einzugehen, ist natürlich nicht möglich. Im allgemeinen aber kann gesagt werden, dafs jeder Abschnitt für sich einen ausgezeichneten Überblick über das betreffende Sondergebiet bietet und es ist kein Zweifel, dafs auch der Fachmann auf dem Gebiet der elektrischen Zugförderung grofsen Nutzen aus dem Studium des Werkes ziehen wird.

Für die Neuauflage, die diesem Werk sicher beschieden sein wird, möchte der Referent einige Anregungen geben. In den Abschnitten über die elektrische Lokomotive wäre vielleicht auch ein Kapitel über die Dynamik des Lokomotivgetriebes und über die mit den verschiedenen Getrieben gesammelten Erfahrungen erwünscht. Dafür könnten, um den Umfang des Werkes nicht zu sehr zu vergröfsern in den Abschnitten über die Stromerzeugung die genaue Beschreibungen all der Apparate und Einrichtungen, die in jedem Kraftwerk vorhanden sind und keine Spezialeinrichtung von Bahnkraftwerken darstellen, wegfallen.

Ganz ausgezeichnet ist die Ausstattung des Werkes und besonders gut sind die Reproduktionen von Lichtbildern. Dies ist wohl der Verwendung von Glanzpapier zuzuschreiben. Der Referent hat allerdings bei dem vielstündigem Studium des Buches die Wirkung dieses Papieres auf die Augen als schädlich empfunden. Wenn der Preis des Werkes bei Verwendung anderen Papieres niedriger würde, so wäre doch bei der nächsten Auflage zu erwägen, ob nicht eine einfachere Ausstattung gewählt werden soll. Das Werk könnte dann auch von solchen angeschafft werden, die nicht mit irdischen Gütern überreich gesegnet sind, und eine weite Verbreitung, auch unter unseren Studierenden, verdient dieses Werk.

Prof. Schwaiger.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

### 1. a.) Berechnungsgrundlage für das alte Tragwerk.

Abb. 1.

1,2 1,2 1,3 4,2 1,6 1,5 4,2 1,2 1,2 1,2 4,2 1,5 1,5 4,2 1,2 1,2 1,2 4,2 1,5 1,5 3,1 3,0 3,0 3,0 Meter

13 13 13 13 8 8 8 13 13 13 13 8 8 8 13 13 13 13 8 8 8 8 8 8 8 Tonnen

### 1. b.) Berechnungsgrundlage für die Verstärkung.

2,5 1,4 1,4 1,4 1,4 4,0 1,5 1,5 4,0 1,4 1,4 1,4 1,4 4,0 1,5 1,5 3,0 3,0 3,0 3,0 Meter

16 16 16 16 16 13 13 13 16 16 16 16 16 13 13 13 11 11 11 11 Tonnen

### Abb. 3. Auslöseeinrichtung für die Absenkung des Untergurtes.

A... fester Teil (schraffiert)
B... beweglicher Teil

### Abb. 4. Längsträ...

**Bemerkung:**
Beim Einbau sind die Zugstangen zunächst nur an einem Ende (A) mit den Längsträgerkonsolen zu vernieten. Das Bohren der Nietlöcher in den Konsolblechen für den zweiten Anschluß (B) und die Vernietung daselbst erfolgt erst nach gegenseitiger Anspannung der Hängewerke zweier benachbarter Felder im Sinne der rechtsstehenden Skizze.

Einbauvorgang ...

1.) Vernietung an der ...
2.) Gegenseitige Ans...
3.) Bohren und Vern...

### Abb. 7. Höhenplan des Winterrückens im Rangierbahnhof Nürnberg.

3. Hebung 1923, 2. Hebung 1922, 1. Hebung 1921, Sommerrücken, Tief liegende Gleise, Horizontale

23m 15m 30m 6m 40m 10m 20m

### Abb. 8. Ablaufrücken eines Gefälle-Rangierbahnhofes für eine ...

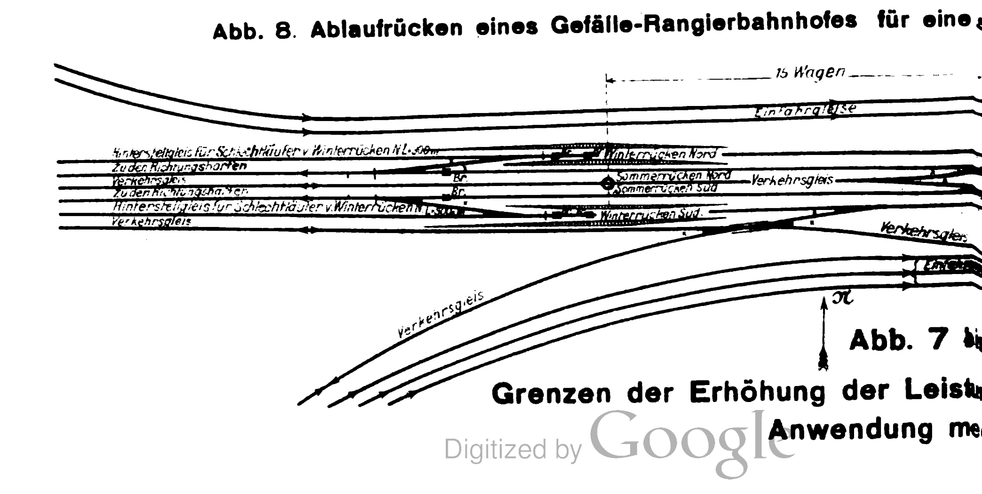



**Abb. 1 bis 6. Zum Aufsatz: Die Verstärkung der Brücke über die Trisannaschlucht.**

**Abb. 7 bi... Grenzen der Erhöhung der Leistu... Anwendung me...**

C.W.Kreidel's Verlag. München.

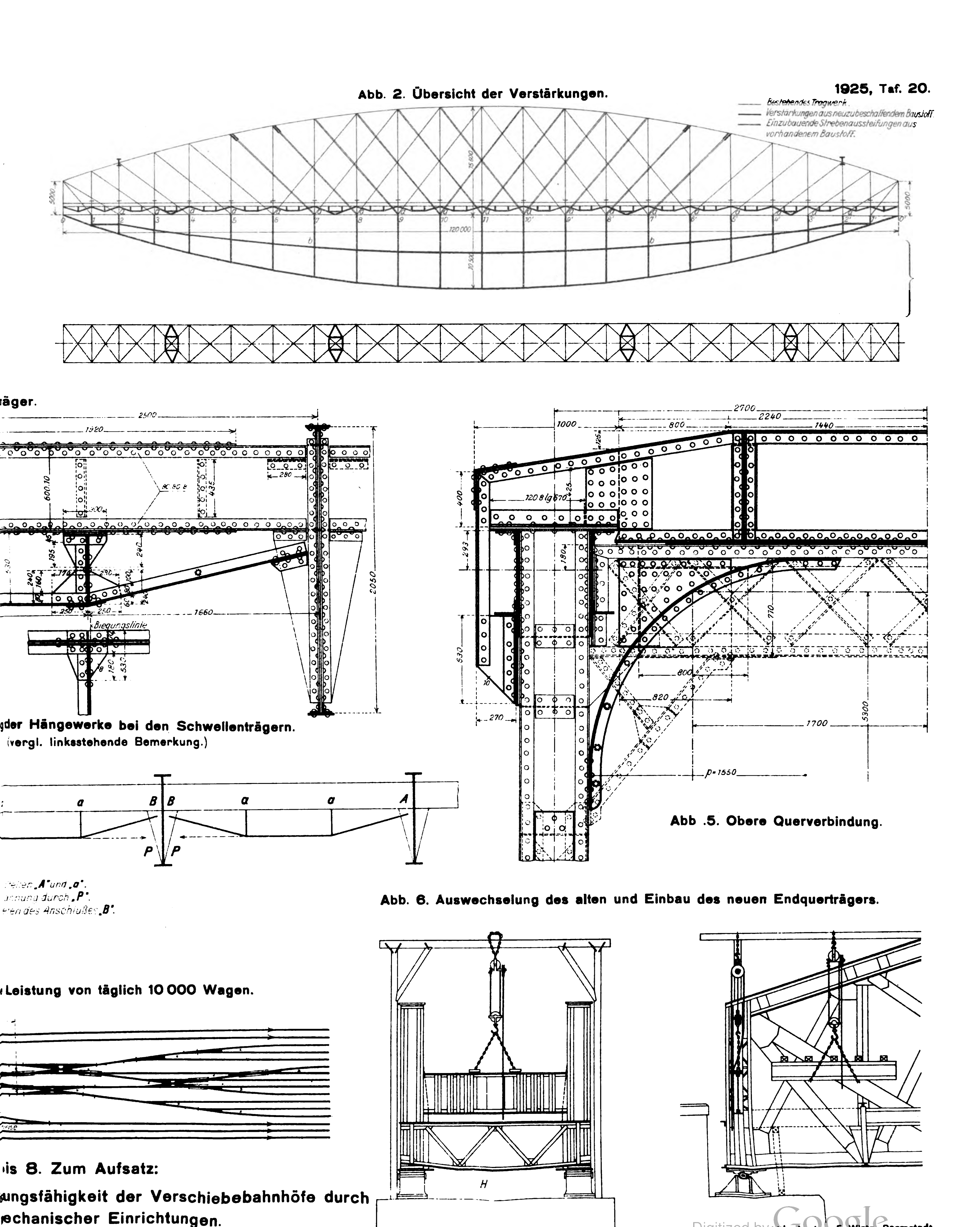



Abb. 2. Übersicht der Verstärkungen.

äger.

gder Hängewerke bei den Schwellenträgern.
(vergl. linksstehende Bemerkung.)

Abb .5. Obere Querverbindung.

Abb. 6. Auswechselung des alten und Einbau des neuen Endquerträgers.

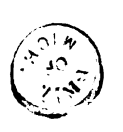
Leistung von täglich 10 000 Wagen.

is 8. Zum Aufsatz:

ungsfähigkeit der Verschiebebahnhöfe durch
echanischer Einrichtungen.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



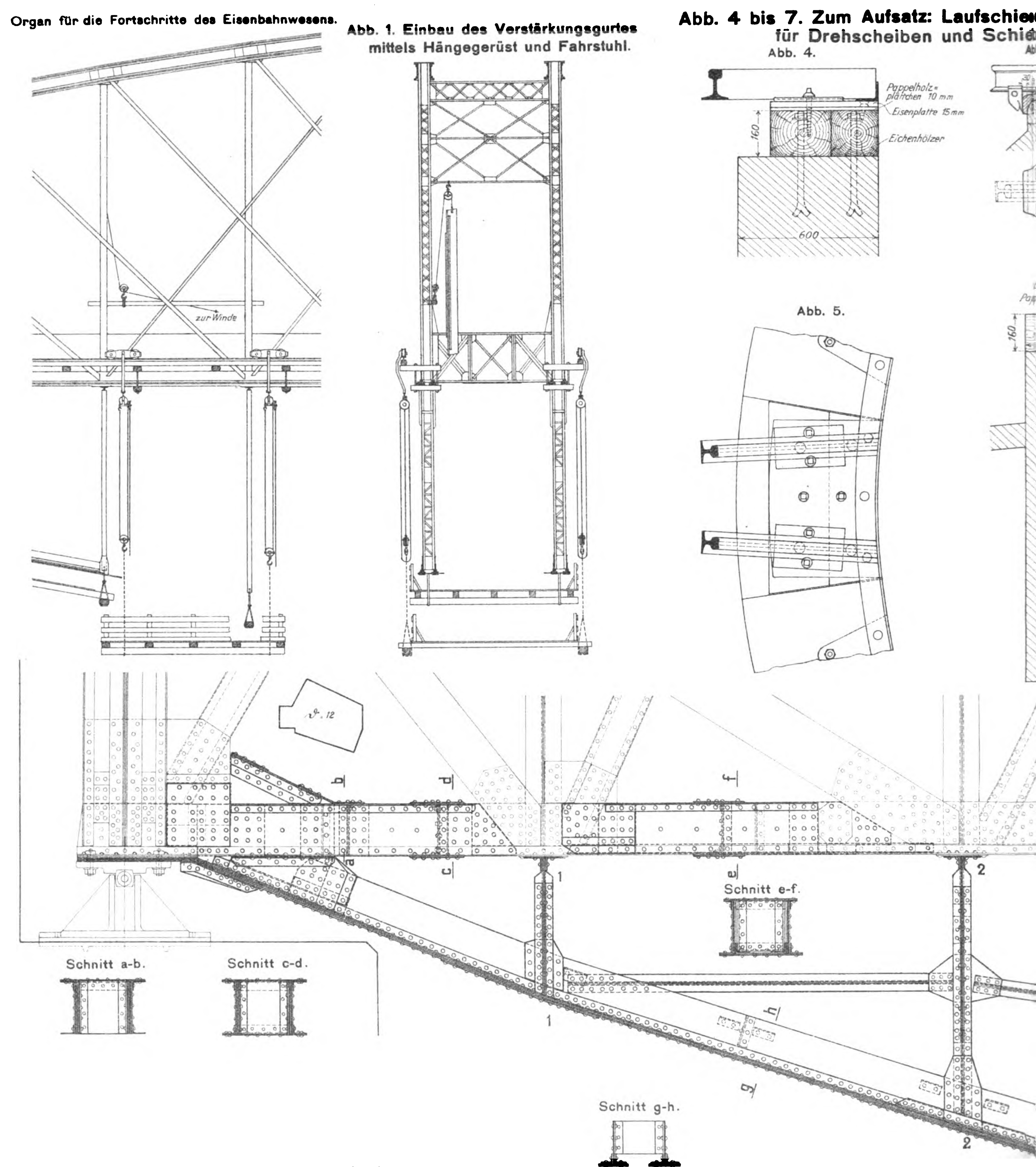



Abb. 1 bis 3. Zum Aufsatz:
Die Verstärkung der Brücke über die Trisannaschlucht.

Abb. 2. Verstärkung der Hauptträger
(Ansicht, neue Bauteile sind durch stärkere Linien gekennzeichnet.)

C.W.Kreidel's Verlag. München.

**hen und Randauflager**
**bebühnen.**
**bb. 6.**

*Eisenplatte 15 mm*
*Pappelholzplättchen 10 mm*
*Eichenhölzer*
160
*Neuer Beton*
600

*Eisenplatte 20 mm*
*elholzplättchen 10 mm*
*Eichenholz*
1100
*Neuer Beton*
*Alter Beton*

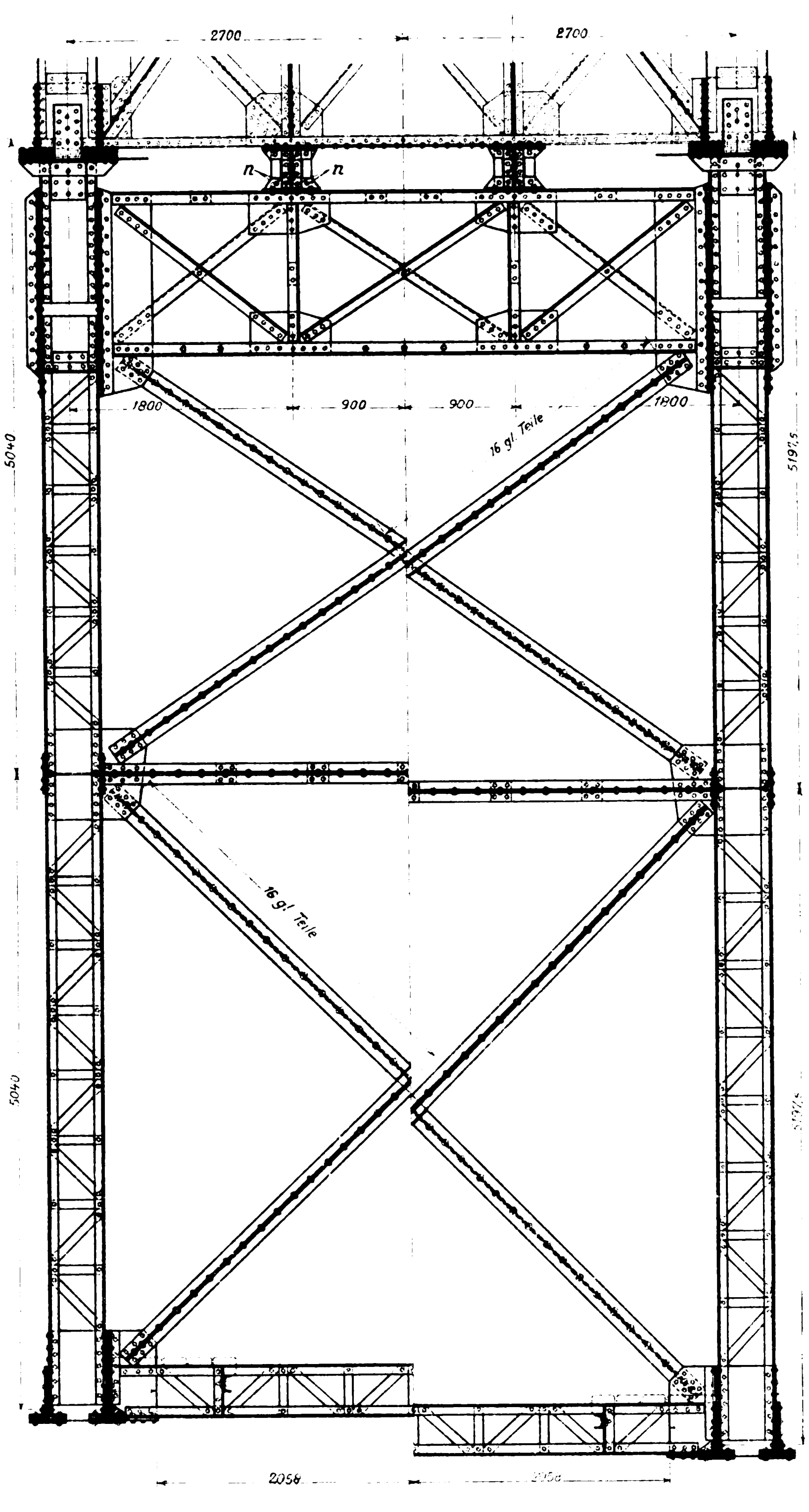
**Abb. 7.**

11

3

3

**Abb. 3. Verstärkung der Hauptträger.**
**(Querschnitte.)**




Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

**Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen**

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

80. Jahrgang | 15. August 1925 | Heft 15

## Vom Deutschen Museum.

Naturwissenschaft und Technik sind ihrem ganzen Wesen nach auf Fortschritt gestimmt. Bei ihnen gibt es keine Dogmata und keinen Stillstand. Was heute noch letztes Ergebnis des Forschens und Grundlage des Schaffens bildete, kann morgen irrig oder unzureichend sein. So ehern die Naturgesetze an sich sind: ihre Erkenntnis, die den Inhalt der Naturwissenschaft bildet, und ihre praktische Auswertung, mit der sich die Technik befafst, sind nirgends Endpunkte, sondern in jedem Bereiche nur Zwischenstationen auf einem Wege, dessen Fortsetzung sich im Dunkel der Zukunft verliert. Mag es auf anderen Gebieten geistiger und seelischer Betätigung wie Philosophie, Ethik, Kunst, Politik ein auf und ab, ein hin und her geben: Naturwissenschaft und Technik schreiten in gerader Linie, bald langsamer, bald schneller voran.

Diese Stetigkeit der Zielrichtung läfst den Blick ihrer Jünger immer nur streng nach vorwärts gerichtet halten, das Interesse an dem zurückgelegten Wege stark in den Hintergrund treten. Das gilt im besonderen Mafse von der Technik. Diese hat sich immer mehr zum bedeutendsten Gliede der ganzen Wirtschaft entwickelt und damit ist sie unter die Herrschaft von Prinzipien geraten, die ihr die Erhaltung des geschichtlich Gewordenen um seiner selbst willen als unproduktive Handlung verbieten. In ihrem weiten Gebiete verschwindet tagtäglich Veraltetes, das vor Jahren oder Jahrzenten als letzte Errungenschaft galt und nur ganz selten wird ihm Erinnerung gewidmet. So führt denn auch die »Geschichte« von Naturwissenschaft und Technik nur ein bescheidenes Dasein. Als Unterrichtsdisziplin an unseren Hochschulen steht sie ganz im Hintergrunde.

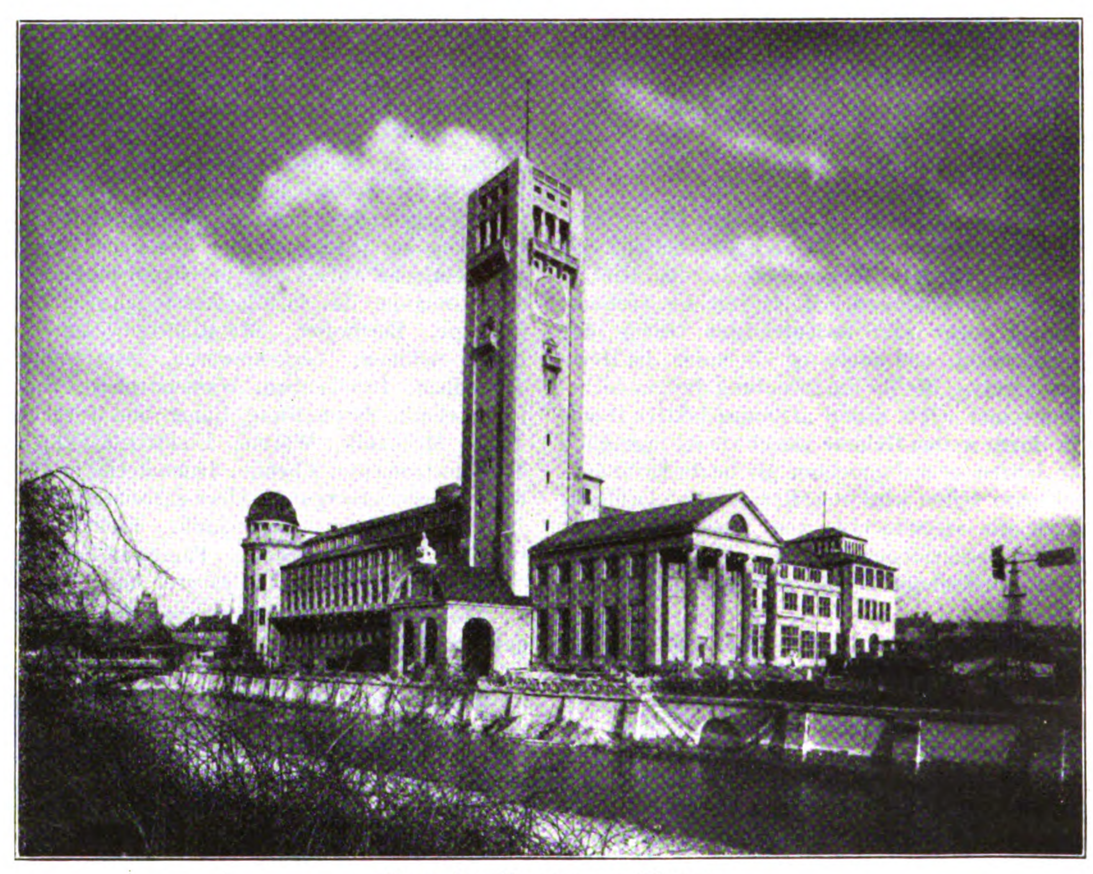
Die Selbstverständlichkeit, mit der die Menschen unserer Zeit die Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen und Errungenschaften der Technik benutzen, ist bei all denen, deren Gedanken sich über die nächsten Dinge des Alltags erheben, nur eine scheinbare. Ihr gesellt sich immer wieder das Bedürfnis, durch Verständnis der Umwelt, insbesondere der Technik, die Harmonie der Daseinsform zu erhalten. Diesem Drange kann am ehesten Rechnung getragen werden durch eine klare Darlegung der geschichtlichen Entwicklung der Technik — und damit ist eines der Ziele des »Deutschen Museums von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik« gekennzeichnet. Das ist ein stolzer Name, doch sagt er nicht zuviel. Denn jeder Zweig von Naturwissenschaft nnd Technik hat hier seine Berücksichtigung gefunden. Was jemals einen Anfang, einen Gipfel oder Endpunkt gebildet hat, ist hier enthalten. Die ganze Entwicklung zieht am Auge des Besuchers vorbei. Behörden, wissenschaftliche Institute, Industrie und Gewerbe von ganz Deutschland haben, in der Hauptsache durch Stiftungen, das Material beigebracht. Fachwissen und Erfahrung der Museumsverwaltung haben in liebevoller Kleinarbeit das ganze geordnet, durch eigene Darstellungen ergänzt und die riesige, in dieser Art von keinem anderen Institut der Erde erreichte Sammlung so geschickt gegliedert, geordnet, aufgestellt und erläutert, dafs Schauen und Verständnis für jeden Besucher ein reiner Genufs werden.

Der Neubau des Museums, dessen Einweihung Anfang Mai festlich begangen wurde, wirkt schon von aufsen durch seine Mächtigkeit. Noch ist das Ganze nicht vollständig ausgebaut. Es fehlen noch der nördliche Trakt, der zur Aufnahme der Bibliothek von 100000 Bänden und der Plansammlung bestimmt ist, und die Flügelbauten, die ihn mit dem Hauptgebäude verbinden sollen. Dieses aber ist nun fertig und einen Mafsstab von seinen Abmessungen geben folgende Ziffern: Der Bau bedeckt eine Grundfläche von über 10000 qm. Er ruht auf 5000 Betonpfählen, die tief unter den Isarspiegel reichen. Er enthält an die 400 Säle und Räume mit einem Flächenraum von über 30000 qm. Der normale Besuchsweg durch sämtliche Abteilungen des Museums hat eine Länge von ungefähr 14 km. Der Besucher braucht also annähernd drei Stunden, um ihn im Marschtempo abzulaufen. Man stelle sich hiernach die Zeit vor, die aufzuwenden ist, wenn man sich für einen einzelnen Raum besonders interessiert! Man müfste Tage und Wochen dort verbringen, wenn man sich näher mit den Sammlungsgegenständen vertraut machen wollte. So ist der erste Eindruck auf jeden Besucher der einer überwältigenden Gröfse. Eine einfache Aufzählung der Gruppen bietet einen Begriff von dem Umfange des in die Ausstellung einbezogenen Gebietes: Geologie, Bergwesen, Metallhüttenwesen, Metallbearbeitung, Kraftmaschinen, Verkehrswesen, Strafsenbau, Eisenbahnbau, Tunnelbau, Brückenbau, Wasserstrafsen, Hafenbau, Schiffsbau, Flugtechnik, Zeitmessung, Raum- und Gewichtsmessung, Mathematik, Mechanik, Wärme, Elektrizitätslehre, Optik, Akustik, Musikinstrumente, Chemie, Baumaterialien, Wohn- und Städtebau, Wasserversorgung, Abwasserreinigung, Heizung, Lüftung, Beleuchtungswesen, Gastechnik, Elektrotechnik, Astronomie, Geodäsie, Textilindustrie, Papierfabrikation, Reproduktionstechnik, Landwirtschaft, Brauerei und Brennerei, Meteorologie.

Im Verfolge seiner Aufgabe, geschichtliche Überlieferung auf dem Gebiete von Naturwissenschaft und Technik zu pflegen, zeigt das Museum überall neben den Ergebnissen menschlichen Fortschrittstriebes auch die Wege, die die Forschung gegangen ist. Hierbei verlebendigt es das Gedenken an die Träger grofser Namen durch pietätvolle Zurschaustellung von Geräten, mit denen die führenden Geister gearbeitet haben. An Namen der Wissenschaft, wie z. B. Tycho de Brahe, Kopernikus, Otto v. Guericke, Fraunhofer, Bunsen, Ampere, Robert Mayer, Liebig, Helmholtz, Röntgen, oder der Technik, wie z. B. Hargreaves, Jacquard, Watt, Stephenson, Bessemer, Laval, Diesel, Drais, Lilienthal, Zeppelin, knüpft sich die Erinnerung an die bedeutendsten Fortschritte in Form von Entdeckungen und Erfindungen. Das Deutsche Museum besitzt, um nur einiges zu nennen, die Luftpumpe und die kupfernen Halbkugeln, mit denen Otto v. Guericke, der berühmte Magdeburger Bürgermeister, schon vor Jahrhunderten den Luftdruck nachwies. Die Glasschliffe, mit denen Fraunhofer die nach ihm benannten Linien im Spektrum des Sonnenlichtes entdeckte — eigentlich wider Willen; er hielt diese dunklen Linien zunächst für Fehler des Materials, erkannte aber ihre Gesetzmäfsigkeit, als sie bei jeder Materialzusammensetzung regelmäfsig wiederkehrten. Den ersten Spektralapparat von Kirchhoff und Bunsen, mit dem diese die Entdeckung Fraunhofers zur Spektralanalyse, einer der wichtigsten Hilfsquellen von Physik und Astronomie, ausbauten. Den Versuchsapparat, mit welchem Robert Mayer, indem er die eine in die andere verwandelte, die Gleichwertigkeit von Arbeit und Wärme nachwies und das Gesetz von der Erhaltung der Energie fand. Watts erste Dampfmaschine, Stephensons

erste Lokomotive, beide in naturgetreuer Nachbildung; Lilienthals Flugzeug und, auf einem ganz anderen Gebiete, Mozarts Reiseklavier. Zahllos sind die Gegenstände, mit denen Naturgesetze gefunden, oder der Technik neue Bahnen gewiesen wurden. Nur mit Ehrfurcht oder — in Anbetracht ihrer Primitivität — mit Rührung kann man sie betrachten. Über sie hinweg reichen sich die Jahrhunderte die Hand.

Der Vermittlung des Verständnisses hat das Museum die gröſste Aufmerksamkeit zugewendet. So zeichnet sich die Art der Darbietung aus durch einen besonders hohen Grad von Naturtreue. Die ausgestellten Gegenstände sind überwiegend Originale; demnächst sorgfältige und meist gebrauchsfähige Nachbildungen in Naturgröſse. Wo man zur Aufnahme von Verkleinerungen und Modellen gezwungen war, sind diese mit bewundernswerter Liebe und Sorgfalt maſsstäblich mit allen Einzelheiten ausgeführt. Überall hat das Museum entweder Schnitte angebracht, die einen Einblick in das Innere gestatten, oder für völlige Gebrauchsfähigkeit gesorgt; manchmal auch beides miteinander vereinigt. So findet man kaum das sonst in Museen so beliebte Schild: »Bitte, nicht berühren!«, dagegen sehr häufig die Einladung: »Bitte, auf den Knopf drücken!«, — »Bitte, die Kurbel drehen!« usw. In der Abteilung Mechanik z. B. hat der Besucher Gelegenheit, Gesetze wie die Konstanz des Produktes von Masse und Geschwindigkeit, Wirkungen wie die des Massenausgleichs bei Mehrkurbelmaschinen oder begrifflich nicht ganz einfach liegende Erscheinungen, wie z. B. die Präzessionsbewegung des Kreisels an entsprechenden Apparaten selbst zu studieren. Wer unseren früheren Schul- und Hochschulbetrieb mit seiner Neigung zu abstrakter theoretischer Doktrin kennt, wird die pädagogischen Vorteile zu würdigen wissen, die in der Möglichkeit liegen, unsere Jugend Naturgesetze und Technik nicht ausschlieſslich zu lehren, sondern in Einzelerscheinungen auch erfahren zu lassen. Denn alles Lernen ist doch schlieſslich nur ein notdürftiger Behelf für eigene Erfahrung.



Deutsches Museum von Westen.

Es ist selbstverständlich, daſs die Eisenbahntechnik, die mit ihren allumfassenden eisernen Schienenarmen als Grundlage für die Entwicklung von Industrie und Technik sich darstellt, wie sie andererseits mit ihren weitreichenden Bedürfnissen sich eng auf andere technische Zweige stützt, einen wichtigen Ausschnitt im Museum bildet. Es hat daher auch der Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen, der Träger der Entwicklung und des Fortschrittes der Eisenbahnen im Herzen Europas, insbesondere in der Jugendzeit der Eisenbahnen, wo gegenseitiger Austausch der Erfahrungen, gegenseitige Ausgleichung der sich immer dichter zusammenschlieſsenden Einzelnetze, notwendig war, lebhaften Anteil an der Gründung und Ausgestaltung des Deutschen Museums genommen. Er hat diesem Interesse ja dadurch Ausdruck verliehen, daſs er eine Nachbildung der ersten erfolgreich verwendeten Lokomotive, der Puffing Billy, dem Museum stiftete. Im Beirat des Museums ist der Verein bekanntlich durch ein Mitglied vertreten.

Was auf dem Gebiet des Verkehrswesens und Eisenbahnbaues im Museum vorgeführt ist, möge im folgenden kurz dargestellt werden.

Eine eigene groſse Halle von annähernd 1000 qm Gröſse ist den Eisenbahnfahrzeugen gewidmet. Die Gegenstände, Bilder usw. sind innerhalb ihrer technischen Gliederung nach Lokomotiven, Eisenbahnwagen, Straſsenbahnwagen usw. nach ihrer geschichtlichen Entwicklung geordnet. So sehen wir die Kindheit des Eisenbahnbetriebs in einer Reihe zeitgenössischer Bilder der ältesten englischen Bahnen für Güter- und Personenbeförderung. Ihre Krönung finden diese Darstellungen in dem bekannten groſsen Gemälde von Prof. Heim von der Eröffnung der Ludwigseisenbahn, das den Augenblick darstellt, in welchem der Regierungspräsident von Stichauer im Namen König Ludwigs I. die Hauptförderer der Bahn Nürnberg—Fürth, der ersten Eisenbahn in Deutschland, begrüſst. Ein besonders hochwertiges Sammlungsstück ist die naturgetreue Nachbildung der ersten englischen Lokomotive »Puffing-Billy« aus dem

Jahre 1813 in Naturgröfse. Das Original steht bekanntlich im Kensingtonmuseum zu London. Die Nachbildung im Deutschen Museum unterscheidet sich vom Original dadurch zu ihrem Vorteil, dafs sie — mit Druckluft — betriebsfähig ist. Es gewährt einen eigenartigen Anblick, die Maschine arbeiten zu sehen; es sei nur nebenbei bemerkt, dafs das Geräusch der unbeholfenen und mangelhaft gelagerten Zahnräder usw. so grofs ist, dafs es bei jeder Inbetriebsetzung die Besucher auch der benachbarten Räume herbeiruft. Die ihrerzeit erfolgreichste Lokomotive »Rocket« (1829) für die Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester, sowie die erste Lokomotive »Adler« der Ludwigseisenbahn, deren Urbild noch von Stephenson in England gebaut wurde, sind in Modellen dargestellt. In Naturgröfse sehen wir eine der ersten deutschen Maschinen, die Lokomotive »Beuth« (1841) von Borsig. Es ist eine naturgetreue Nachbildung. Zeuge einer späteren Zeit ist die erste 1868 von der Lokomotivfabrik Kraufs in München gebaute zweiachsige Lokomotive mit Wasserkastenrahmen (Original).

Während die vorerwähnten Gegenstände mehr Individuen von geschichtlichem Reiz sind, folgen nunmehr Stücke typischen Charakters, die die Entwicklung der Lokomotiven und die allmähliche Ausgestaltung ihrer Konstruktion in allen Einzelheiten erkennen lassen. Es ist erstaunlich, zu sehen, bis in welche Tiefe der technischen Einzelheiten die Darstellung eingedrungen ist, ohne dafs sie dabei das Ziel, auch dem Laien Verständnis zu vermitteln, aus dem Auge verloren hätte. Fragen von einer gewissen technischen Trockenheit, wie z. B. Verbundwirkung, Überhitzung, Lenkachsen und dergleichen mehr, sind an sehr schönen, bis in die feinsten Einzelheiten richtig ausgeführten Modellen so geschickt dargestellt, dafs jeder, der sich für Fragen dieser Art interessiert, sich zum mindesten über das Wesen aller dieser Fragen Klarheit verschaffen kann. So sind im Modell zu sehen: die ältesten bayerischen Personen- und Güterzuglokomotiven; eine Cramptonsche Schnellzuglokomotive (um 1860); die erste Lokomotive mit Borriessteuerung der Hanomag (1897); eine neue bayerische Schnellzuglokomotive mit 4 Dampfzylindern von Maffei, München (1905); das Untergestell einer Güterzuglokomotive der Sächsischen Staatseisenbahn mit einstellbarer Hinterachse; das Untergestell einer bayerischen Vorortzugstenderlokomotive, bei der die Schrägstellung von Hinter- und Vordergestell, sowie die Seitenverschiebung der Kuppelachsen durch Anzeigevorrichtungen kenntlich gemacht sind; das Untergestell der ersten vierzylindrigen Schnellzugverbundlokomotive nach dem System v. Borries (1900); ein geschnittener Dampfkessel mit Schmidtschem Rauchkammerüberhitzer aus dem Jahre 1898 und dergleichen mehr. Den Gipfelpunkt erreicht diese Art der Darstellung im Original einer Schnellzuglokomotive von Maffei (1874), die einschliefslich Tender der Länge nach aufgeschnitten ist, so dafs die Innenteile offen liegen und ihr Zweck überall zu verstehen ist.

In ähnlicher Weise, allerdings unter Beschränkung auf Modelle, ist die Entwicklung der Eisenbahnwagen dargestellt. Den Beginn bilden Bilder der ersten altenglischen Wagen für Güterbeförderung. Es folgen solche für Personenbeförderung. Die allmähliche Entwicklung von Güter- und Personenwagen bis zu neuzeitlichen schweren Kohlentransportwagen, D-Zug- und Schlafwagen wird durch eine Reihe von Modellen vorgeführt. Auch hier vermitteln die Darstellungen nicht nur einen guten Überblick über den unmittelbaren Gebrauch; sie lassen den Beschauer auch tiefer in das Verständnis des Aufbaues der Wagen, ihrer baulichen und betriebstechnischen Einzelheiten eindringen. Namentlich die Bremseinrichtungen sind berücksichtigt worden.

An Sonderfahrzeugen sind die Triebwagen durch verschiedene Modelle vertreten. Die Erinnerung an heute wieder verlassene Konstruktionen, wie die pneumatischen und Taubahnen, wird durch das Original eines Zylinderstückes einer atmosphärischen Eisenbahn aus England (1846/49) und ein grofses Wandgemälde wachgehalten. Der Entwicklung der elektrischen Lokomotiven ist besonders Rechnung getragen. Ein Schaustück von bedeutendem geschichtlichem Werte ist die erste elektrische Lokomotive, die, von Werner v. Siemens konstruiert, im Jahre 1879 auf der Berliner Gewerbeausstellung in Betrieb war. Modelle elektrischer Vollbahnwagen, Motorbahnwagen und Akkumulatordoppelwagen reihen sich an. Einen vorläufigen Abschlufs bildet das Modell eines elektrischen Schnellbahnwagens, mit dem 1903 auf der Militäreisenbahnstrecke Marienfelde—Zossen die bekannten Schnellfahrversuche vorgenommen wurden. Daneben hat im Original eine neuzeitliche elektrische Lokomotive aus dem Jahre 1911 Aufstellung gefunden.

Den Abschlufs der Gruppe bilden die Strafsenbahnwagen, von denen im Original ein älterer Wagen der Stadt München zur Aufstellung gelangt ist. Auch hier sind die sämtlichen maschinellen Einrichtungen, wie Antriebsmotor, Schaltapparate, Bremsvorrichtungen usw. zum leichteren Verständnis aufgedeckt. Daneben finden sich eine Reihe von Modellen.

Besondere Räume sind der Darstellung von Untergrundbahnen, Hochbahnen, Schwebebahnen, Berg- und Hängebahnen gewidmet. Hier hat sich das Museum sehr bemüht, den Kreis des Dargestellten zu erweitern, sich nicht auf die Fahrzeuge und ihre technischen Einzelheiten zu beschränken, sondern zugleich auch den Bau des Bahnkörpers, die Linienführung und die Gesamtanlage zu verdeutlichen. Über Einzelheiten und geschichtliche Entwicklung von Eisenbahnschienen und ihren Bettungen, unter denen Originalstücke von hohem geschichtlichem Werte sich befinden, über Erinnerungen an Friedrich List und seine Bedeutung für die Entwicklung der Eisenbahnen, über statistische Tafeln und dergl. führt der Weg den Besucher zu Reliefdarstellungen von Gebirgsbahnen, die, wie z. B. das grofse Modell des Gotthardtbahnstückes zwischen Waasen und dem Naxbergtunnel, wohl schon von manchem befahren, aber kaum jemals in ihrer ganzen Art erkannt worden sind. Der Tunnelbau selbst ist an einer Nachbildung des Simplontunnelquerschnitts (in Naturgröfse) im Bauzustand und an einem Längsschnittmodell nebst den verwendeten Bohrgeräten, sowie an einer Reihe anderer Tunnelmodelle in verschiedener Ausführungsweise gezeigt. Auch die Entwicklung des Brückenbaues ist in einer Anzahl von Modellen dargestellt. Untergrundbahnen und Schwebebahnen werden in eindrucksvoller Darstellung unter gleichzeitiger Verwendung von Modellen, Reliefdarstellungen und Bildern vorgeführt.

Einen Raum für sich nehmen die Bergbahnen in Anspruch. Auch hier wirken Modelle, Reliefdarstellungen und Bilder zusammen, um das Verständnis für Bauart und Betriebsweise zu vermitteln. Zur Darstellung sind gelangt die Rigibahn, die Pilatusbahn, die Harzbahn von Blankenburg nach Tanne und die Jungfraubahn. Dafs hierbei der Besucher ganz zwanglos die wichtigsten Arten der Zahnstangenformen: Leiterzahnstangen, Fischgrätenverzahnung, Lamellenzahnstangen und Keilkopfzahnstangen, kennen lernt, sei als Beweis dafür erwähnt, wie sorgfältig das Museum in jedem Falle bei der Auswahl seiner Darbietungen vorgegangen ist. Seil- und Hängebahnen schliefsen diese Gruppe ab. Von aktuellem Interesse ist ein betriebsfähiges Modell der im Bau begriffenen Hängebahn auf die Zugspitze. Es zeigt die Antriebs- und Umlenkstation und gestattet, sich ein klares Bild von dem Betrieb auf dieser Bahn zu machen.

Um dem Laien schliefslich das Verständnis für Streckenbetrieb und Signalwesen zu vermitteln, hat das Museum im Garten Gleisanlagen angelegt, denen Stellwerksanlagen von Bahnhöfen, sowie Signaleinrichtungen der freien Strecke an-

gegliedert sind. Alle diese Anlagen sind betriebsfähig eingerichtet. Die Stellwerksignale usw. können bedient werden, so dafs jeder Besucher die Möglichkeit hat, sich auch über diesen Zweig des Eisenbahnbetriebes zu unterrichten.

Diese kurze Übersicht mag erkennen lassen, wie das Deutsche Museum seine Aufgabe angefafst hat, in welchem Umfange dies geschehen ist und bis zu welcher Tiefe es dabei vorgegangen ist. Es ist eine Schöpfung, auf die Deutschland mit Recht stolz sein kann. Sein Gründungsgedanke entstand in der Zeit des technischen und industriellen Aufschwungs Deutschlands. Er wurde am 5. Mai 1903 durch Oskar von Miller einem Kreis hervorragender Zeitgenossen vorgetragen, fand allseitigen Anklang und es gelang, den Deutschen Kaiser, den Prinzregenten von Bayern und eine grofse Reihe einflufsreicher Persönlichkeiten für seine Förderung zu gewinnen. Die Stadt München stiftete den Platz auf der Kohleninsel, seither Museumsinsel genannt. 1906 erfolgte die feierliche Grundsteinlegung unter der Teilnahme des Deutschen Kaiserpaares. Bei Ausbruch des Krieges war der Rohbau gerade vollendet. Der unermüdlichen Energie Oskar von Millers gelang es im Verein mit der trotz der Schwere der Zeit nicht erlahmenden Gebefreudigkeit der deutschen Industrie, die Mittel für die Vollendung des Baues und die Ausgestaltung der Sammlungen aufzubringen. Am 7. Mai fand die feierliche Eröffnung des Deutschen Museums statt. Es war dies der 70. Geburtstag Oskar von Millers, dessen Name untrennbar mit dem des Museums verknüpft ist.

Auch das Deutsche Museum wird dazu beitragen, dem deutschen Namen in der Welt wieder die Achtung zu verschaffen, die er verdient. W. Richter.

## Betriebswirtschaftliche Wertung der Strecken.

Von Reichsbahnoberrat **Ehrensberger**, München.

Hierzu Abb. 1—4 auf Tafel 22.

Wenn in einem Bahnnetz die Leitung eines Verkehrs zwischen zwei Knotenpunkten über mehrere Strecken möglich ist, so verlangt eine wirtschaftliche Betriebsführung die Kenntnis desjenigen Leitungsweges, der den kleinsten Aufwand an Beförderungskosten bedingt.

Die Durchschnittswerte der allgemeinen Statistik sind für die Lösung dieser Aufgabe nicht geeignet. Wahllose Anwendung solcher Werte, unvollständige oder ungenaue Rechnung müssen zu schwerwiegenden Trugschlüssen hinsichtlich der wirtschaftlichen Auswirkung betrieblicher Mafsnahmen im Zugförderungsdienste führen. Im folgenden ist ein Verfahren*) für die betriebswirtschaftliche Wertung der Strecken entwickelt, das alle Kosten, die auf die Wirtschaftlichkeit der Zugförderung Einflufs haben, in ihrer Wechselwirkung mit der gröfsten Genauigkeit, die zur Zeit nach dem Stande der Wissenschaft und Erfahrung möglich ist, berücksichtigt und das doch in seiner praktischen Anwendung nur einen verhältnismäfsig geringen Zeitaufwand erfordert.

### 1. Teil.

#### Mafsgebende Kostenanteile

Die Kosten (= K in Mark) für die Beförderung eines Wagenzuggewichtes (= $G_w$ in Tonnen) über eine Strecke von bestimmter Länge (= L in Kilometern) setzen sich zusammen aus:

**I. den Wegkosten (= $K_w$)**, das sind die Kosten, die vorwiegend abhängig sind von den Neigungs- und Krümmungsverhältnissen der Strecke und deren Länge, demnach die Kosten

a) für den Materialverbrauch (Kohle, Wasser, Öl) sowie für die Abnützung und Instandhaltung der Lokomotive (= $K_l$ in Mark),

b) für die Instandhaltung und Abnützung des Oberbaues (= $K_o$ in Mark);

**II. den Zeitkosten (= $K_z$ in Mark)**, die überwiegend abhängen von der Reisezeit des Zuges (Fahrzeit und Zwischenaufenthalt), in der die Strecke L bei der den Wegkosten $K_w$ entsprechenden Lokomotivanstrengung durchfahren werden kann. Die Zeitkosten setzen sich zusammen aus den Ausgaben für das Lokomotivpersonal, für das Zugbegleitpersonal, für Verzinsung und Abschreibung des Anschaffungswertes der Lokomotive und der Wagen, einschliefslich der Ausgaben für die Vorbereitung (Vor- und Nacharbeit) der Lokomotive und des Wagenzuges zur Fahrt;

**III. den festen Kosten (= $K_c$ in Mark)**, d. i. der auf das Wagenzuggewicht $G_w$ treffende Anteil an den sonstigen in Ziffer I und II nicht enthaltenen und von der Beförderungsart und Verkehrsleitung nicht unmittelbar abhängigen Kosten des Eisenbahnbetriebes (Verwaltungs-, Abfertigungs-, Rangier-, Signaldienst, Unterhaltung der Hochbauten und des Unterbaues, Kapitaldienst usw.).

Die Grundgleichung für die Beförderungskosten K eines Wagenzuggewichtes $G_w$ über die Strecke L lautet demnach:

$$K = K_w + K_z + K_c = K_l + K_o + K_z + K_c.$$

##### I. a) $K_l$-Kosten.

Es bezeichnet:

B den Brennstoffverbrauch in kg für die Fahrzeit unter Dampf,

W den entsprechenden Wasserverbrauch in kg,

T die Fahrzeit ohne Aufenthalte in Minuten,

$T_o$ die Fahrzeit ohne Aufenthalte in Minuten bei geschlossenem Regler,

$A_i$ die indizierte Lokomotivarbeit in mkg,

$A_b$ die Bremsarbeit in mkg;

(Sämtliche Gröfsen sind zu berechnen für die Beförderung des Wagenzuggewichtes (Packwagen $G_p$ + Nutzlast $G_w$) in *t* mit einer bestimmten Lokomotivgattung ($G_l$) in Tonnen. Ein Verfahren für die Berechnung dieser Gröfsen ist im Anhang zum 1. Teil angegeben.)

$T_{st}$ die Stationsaufenthaltszeit in Minuten,

R die Rostfläche in qm,

$k_b$ die Kosten für 1 kg Brennstoff (einschliefslich eines mittleren Zuschlags für Fracht, Lagerung, Abgabe einschliefslich der hierbei entstehenden Verluste),

$k_w$ die Kosten für 1 kg Wasser (einschliefslich etwaiger Kosten für Wasserreinigung),

$k_{öl}$ den Geldwert des Darfverbrauchsatzes an Öl für die Lokomotivgattung in ℳ/km.

Für die rechnerisch nicht erfafsbaren Verluste beim Speisen und durch Abblasen der Ventile, sowie durch brennbare Rückstände in den Schlacken ist zu den errechneten Werten von B und W noch ein Zuschlag zu machen, der in den nachfolgenden Untersuchungen mit 5% eingesetzt ist.

Der Brennstoffverbrauch bei Fahrt mit geschlossenem Regler und beim Stillstand ist nach neueren amerikanischen Versuchen mit 0,6 kg für 1 qm der Rostfläche angenommen.

*) Das Verfahren wurde für die Untersuchungen eines von der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahngesellschaft mit der Aufstellung von Richtlinien für die betriebswirtschaftliche Wertung der Strecken beauftragten Ausschusses ausgearbeitet. Den Reichsbahnräten Dr. Gottschalk und Dr. Müller als Mitgliedern dieses Ausschusses und dem Reichsbahnbaumeister Wetzler möchte an dieser Stelle für die wertvolle Mitarbeit gebührender Dank ausgesprochen werden.

Es sind dann die

Brennstoffkosten $K_b = [1,05 . B + 0,6 . R . (T_o + T_{st})] . k_b$

Wasserkosten $K_{wa} = 1,05 . W . k_w$

Ölkosten $K_{ol} = L . k_{ol}$.

Die Abnützung der Lokomotive und der dadurch veranlafste Aufwand für die Unterhaltung hängt (bei sonst gleich guter Beschaffenheit der Lokomotive und des Speisewassers) von den Streckenverhältnissen sowie von der Fahrzeit ab und wächst erfahrungsgemäfs

a) beim Dampfkessel und dessen Ausrüstung hauptsächlich mit der Gröfse der auf die Zeiteinheit bezogenen Rostanstrengung, also mit der Geschwindigkeit und dem Füllungsgrad, da die für die Rostanstrengung mafsgebende Leistung an Pferdestärken $N_i = \frac{Z_i . V}{270}$ ist;

b) beim Triebwerk hauptsächlich mit der Geschwindigkeit und der durchschnittlichen Höhe der Zylinderdrücke auf die Lager, also mit der Gröfse $\frac{A_l}{T - T_o}$ der auf die Zeiteinheit treffenden Lokomotivarbeit. Für längere Leerfahrten vergröfsert sich $A_l$ um den Betrag der Arbeit, welche die Lokomotive als Luftpumpe (wegen der Drosselung in der Luftausgleichvorrichtung oder infolge Anwendung der Luftgegendruckbremse) zu leisten hat;

c) bei den Radreifen mit der von den Triebrädern auf die Schienen zu übertragenden Lokomotivarbeit $A_l$ und der von den gebremsten Rädern zu leistenden Bremsarbeit $A_b$.

Zu Anteil a): Die Verbrennung der Brennstoffmenge B in einer Fahrzeit unter Dampf von $(T - T_o)$ Minuten erfordert eine durchschnittliche Rostanstrengung von

$$r = \frac{1,05 . B . 60}{R . (T - T_o)} \text{ in kg/qm Std.}$$

Es bezeichnet

$H_k$ die auf je 1000 t Brennstoffverbrauch während eines gröfseren Zeitraumes bezogene Zahl der Arbeitsstunden, die in diesem Zeitraume für die Unterhaltung der Kessel mit Ausrüstung aller Lokomotiven der Gattung erforderlich waren,

$r_o$ die durchschnittliche Rostanstrengung der Lokomotivgattung in diesem Zeitraume.

$k_{hk}$ den durchschnittlichen Geldbetrag für eine Arbeitsstunde einschliefslich des Wertes des durchschnittlich in einer Arbeitsstunde verbrauchten Materials und eines Zuschlags für soziale Lasten sowie Abnützung des Werkzeuges und der Arbeitsmaschinen.

Wird angenommen, dafs die Abnützung im gleichen Verhältnis mit der Rostanstrengung wächst, dann berechnet sich der Unterhaltungskostenanteil nach Ziffer a) für den Kessel zu

$$K_{ku} = \frac{r}{r_o} . \frac{1,05 . B}{1000} . H_k . k_{hk}$$
$$= \frac{63 . B^2 . H_k . k_{hk}}{1000 . R . (T - T_o) . r_o}$$

in Mark für die ganze Strecke L.

Die Erfahrungswerte für $r_o$ und $H_k$ können aus der Lokomotiv- und Werkstättestatistik ermittelt werden.

Zu Anteil b): Es bezeichnet

$H_t$ die Zahl der nach der Lokomotiv- und Werkstättestatistik für die Unterhaltung des Triebwerkes (ausschliefslich der Kosten für die Erneuerung der Radreifen) sämtlicher Lokomotiven der Gattung im Durchschnitt eines gröfseren Zeitraumes aufgewendeten Arbeitsstunden bezogen auf je 1000 Lokomotivkilometer.

$k_{ht}$ den durchschnittlichen Geldbetrag für eine Arbeitsstunde einschliefslich des Wertes des in einer Stunde durchschnittlich verarbeiteten Werkstoffes nebst Zuschlag für soziale Lasten sowie Abnützung des Werkzeuges und der Arbeitsmaschinen,

$\Sigma a_l$ die durchschnittlich in diesem Zeitraume auf die Einheit der Fahrzeit unter Dampf bezogene Arbeitsleistung der Lokomotiven dieser Gattung.

Wachsen e Hundertteile der Arbeiten am Triebwerk unmittelbar mit der Triebswerksanstrengung, so berechnet sich der Unterhaltungsanteil nach b) für das Triebwerk zu

$$K_{tu} = \left[1 - 0,01 . e . \left(1 - \frac{A_l}{(T - T_o) . \Sigma a_l}\right)\right] . \frac{H_t . k_{ht} . L}{1000}$$

in Mark für die ganze Strecke L.

Für die genaue Bestimmung der Erfahrungswerte $H_t$ und $\Sigma a_l$ gilt das für die Erfahrungswerte $r_o$ und $H_k$ unter Ziffer a) Gesagte.

Zu Anteil c): Zu der regelmäfsigen hauptsächlich nur vom Raddruck und der Härte des Baustoffes abhängigen Abnützung aller Radreifen durch den Rollwiderstand kommt bei den Triebrädern und den gebremsten Rädern noch der Verschleifs durch die Zugkraftarbeit der Lokomotive ($A_l$) und die Bremsarbeit ($A_b$). Aus Zweckmäfsigkeitsgründen werden hier auch die Kosten für die Abnützung der Wagenradreifen und der Bremsklötze mitbehandelt.

Die für den Verschleifs der Radreifen (und der Schiene) mafsgebende Arbeit der Lokomotivzugkraft am Triebradumfang ist um den Betrag der inneren Reibungsarbeit der Lokomotive kleiner als die bei der Berechnung ermittelte $A_l$ der indizierten Zugkraft. Für den vorliegenden Zweck ist es genügend genau, wenn die Reibungsarbeit der Triebräder im Mittel mit $0,95 . A_l$ eingesetzt wird.

Es bezeichnet

$T_{km}$ die durchschnittlich nach der Statistik von einem ungebremsten Rad bis zur Erneuerung des Radreifens geleisteten Tonnenkilometer,

$Q_r$ die dabei eingetretene Gewichtsverminderung des Radreifens in Gramm,

$q_t$ die Gewichtsverminderung in Gramm eines Triebradreifens für je 1000 mkg geleistete Lokomotivarbeit,

$q_r$ die Gewichtsverminderung in Gramm bezogen auf je 1000 mkg Bremsarbeit eines gebremsten Radreifens,

$q_{br}$ die Gewichtsverminderung in Gramm eines Bremsklotzes bezogen auf 1000 mkg Bremsarbeit,

$k_t$ die Kosten der Neubereifung eines Triebrades in Mark bezogen auf 1 g abnutzbares Gewicht (Material einschliefslich Zuschlag für Fracht und Abladen, Löhne einschliefslich Zuschlag für soziale Lasten, Zwischenabdrehungen, Abnützung der Arbeitsmaschinen und der Werkzeuge, abzüglich Schrottwert des zurückgewonnenen Materiales),

$k_r$ die gleichen Kosten für Wagenradreifen,

$k_{br}$ die gleichen Kosten für Bremsklötze.

Der Kostenanteil für die Abnützung der Radreifen und der Bremsklötze nach Ziffer c) berechnet sich dann zu

$$K_{ru} = \frac{G . L}{T_{km}} . Q_r . k_r + \frac{0,95 . A_l . q_t . k_t}{1000} +$$
$$+ \frac{A_b}{1000} . \left(q_r . k_r + q_{br} . k_{br}\right)$$

in Mark für die ganze Strecke L.

Die Abnützung der Triebräder durch den Rollwiderstand ist hierin der Einfachheit halber jener der Wagenräder gleichgesetzt. In der Gleichung für den Wert $K_{ru}$ bringen die beiden letzten Glieder den Einflufs der Streckenverhältnisse zum Ausdruck. Der Kostenanteil $K_{ru}$ kann hiernach also je nach den Neigungen der Strecken und je nach der Fahrzeit sehr verschieden sein.

Die in den Kostenanteilen a), b) und c) noch nicht enthaltenen Lokomotiv- und Wagenunterhaltungskosten für Anstrich, Verkleidungsbleche, Tenderkasten usw. sind ihrer

Natur nach zu den Zeitkosten zu rechnen und werden, da sie hauptsächlich von der Gröfse der Lokomotive abhängig sind, durch einen Zuschlag zu den Verzinsungs- und Abschreibungskosten berücksichtigt.

Die Gesamtkosten Ia sind sonach:

$$K_l = K_b + K_{wa} + K_{ol} + K_{ku} + K_{tu} + K_{ru}.$$

**Ib) $K_o$-Kosten.**

Die Oberbaukosten lassen sich in zwei Hauptgruppen zerlegen:

1. In die Kosten der laufenden Unterhaltung für die Beseitigung der Schäden durch die Witterung und durch die darüber rollende Last $= K_{on}$,

2. in die Kosten für die Erneuerung der Schienen, soweit sie eine Folge der Abnützung des Schienenkopfes durch die darüber rollende Last und durch die gebremsten und angetriebenen Räder sind $= K_{ou}$.

Zu Anteil 1: Nach den Feststellungen des Unterausschusses IV des Dienststellenbewertungsausschusses (Diba) der Deutschen Reichsbahn wachsen die für die laufende Unterhaltung des Oberbaues notwendigen Tagewerke ($= T_w$) mit der Verkehrsbelastung ($= V_B$ in Tonnen/Tag) und mit der Zahl ($= n$) der täglich über die Strecke laufenden Züge.

An Tagewerken für die Unterhaltung von 1 km Streckenlänge im Jahr sind hiernach notwendig:

für zweigleisige Flachland-Hauptbahnen mit schwerem Oberbau

$$T_w = 60 + \frac{n}{3} + 6 \cdot \sqrt[3]{V_B},$$

für eingleisige Flachland-Hauptbahnen mit schwerem Oberbau

$$T_W = 45 + \frac{2}{3} \cdot n + 6 \cdot \sqrt[3]{V_B},$$

für Nebenbahnen mit schwerem Oberbau

$$T_w = 30 + n + 6 \cdot \sqrt[3]{V_B}.$$

Die Diba berücksichtigt den Einflufs der Fahrgeschwindigkeit und der Krümmungen nur durch allgemeine Zuschläge. Im vorliegenden Falle müssen jedoch diese Einflüsse rechnerisch so genau wie möglich erfafst werden. Dies kann dadurch erreicht werden, dafs das 3. Glied in der Gleichung des Diba mit einem Wert $\varphi$ (Einflufs der Geschwindigkeit) und einem Wert $\gamma$ (Einflufs der Kurven) vervielfältigt wird.

Für die zweigleisige Bahn gilt dann:

$$T_W = 60 + \frac{n}{3} + 6 \cdot \varphi \cdot \gamma \cdot \sqrt[3]{V_B}.$$

Nach den derzeit vorliegenden Ergebnissen theoretischer Untersuchungen und den Erfahrungen des Betriebes ist der Einflufs der Geschwindigkeit auf die Unterhaltung des Oberbaues in der Hauptsache nur für das nicht abgefederte Gewicht des Zuges in Rechnung zu stellen. Da es sich hier um Stofs- und Fliehkräfte handelt, wird der Einflufs von V quadratisch anwachsen müssen. Er kann aus diesen Erwägungen heraus durch eine Gleichung von der allgemeinen Form

$$\varphi = c_1 + c_2 \cdot V^2$$

dargestellt werden. Für $c_1$ ist hierin das Verhältnis des abgefederten Gewichtes des Zuges zum gesamten Zuggewicht einzusetzen. Da der schädliche Einflufs der Geschwindigkeit von vielen rechnerisch nicht erfafsbaren Umständen (Schlaglöcher, Bremslöcher, schlechte Schienenstöfse usw.) abhängt, mufs der Erfahrungswert $c_2$ aus der Statistik ermittelt werden. Hierbei ist zu beachten, dafs bei der durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit, für welche die Diba-Formeln gelten, der Wert $\varphi = 1$ werden mufs.

Die vom Krümmungshalbmesser ($\varrho$ in m) abhängigen Zuschläge ($= f$), welche nach bisherigen Erfahrungen zu der Schienenabnützung auf gerader Strecke für Krümmungen zu machen sind, können dem Schaubild Textabb. 1 entnommen werden.

Mit Hilfe dieses Schaubildes lassen sich auch die Zuschläge zu dem Aufwand an Tagewerken für die laufende Unterhaltung kurvenreicher Strecken ermitteln, da die gleichen Kräfte, welche die gröfsere Abnützung der Schienen veranlassen, auch den gröfseren Aufwand an laufender Unterhaltung der Kurven bestimmen.

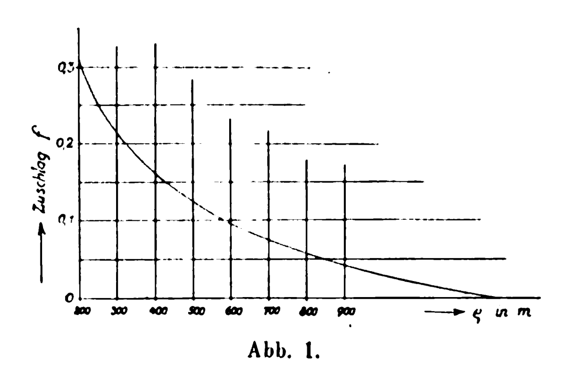



Abb. 1.

Bezeichnet

$\Sigma l_\varrho$ die Summe der Länge aller Kurven,

f den auf die Länge $\Sigma l_\varrho$ umgerechneten Mittelwert der Zuschläge nach vorstehendem Schaubild,

dann wird

$$\gamma = 1 + \frac{\Sigma l_\varrho}{L} \cdot f.$$

(Für Tunnels unter 1000 m Länge ist erfahrungsgemäfs ein Zuschlag von $f = 0{,}2$, für Tunnels über 2000 m Länge ein Zuschlag $f = 0{,}4$ zu nehmen.)

Die auf die Beförderung eines Wagenzuggewichtes $G_w$ über die Strecke L in der Fahrzeit T treffenden Tagewerke für die Unterhaltung des Oberbaues sind dann

$$= (G_l + G_w + G_p) \cdot L \cdot \frac{T_W}{365 \cdot V_B},$$

worin für $T_w$ der Wert aus den Diba-Gleichungen einzusetzen ist.

Bezeichnet

$k_{tw}$ den Geldwert eines Tagewerkes einschliefslich Zuschlag für soziale Lasten und Werkzeugabnützung,

$\varepsilon$ das Verhältnis des Geldwertes des in einem Tagewerk verarbeiteten Materiales zu $k_{tw}$,

dann berechnen sich die Kosten für die Unterhaltung zu

$$K_{ou} = G \cdot L \cdot \frac{T_w \cdot (1 + \varepsilon) \cdot k_{tw}}{365 \cdot V_B},$$

also bei einer zweigleisigen Hauptbahn zu

$$K_{ou} = \frac{G \cdot L}{365 \cdot V_B} \cdot \left[60 + \frac{n}{3} + 6 \cdot \varphi \cdot \gamma \cdot \sqrt[3]{V_B}\right] \cdot (1 + \varepsilon) \cdot k_{tw}.$$

Hierin wäre die Einwirkung einer Tonne Lokomotivgewicht auf das Gleis der Einwirkung einer Tonne Wagengewicht gleichgesetzt. Dem widerspricht aber die durch die Erfahrung im Betriebe festgestellte Tatsache, die auch durch die theoretische Überlegung begründet ist, dafs eine Tonne Lokomotivgewicht den Oberbau stärker schädigt als eine Tonne Wagengewicht. In der Gleichung für $K_{ou}$ ist deshalb in dem von $\sqrt[3]{V_B}$ abhängigen Glied statt

$$G = G_l + G_w + G_p$$

einzusetzen

$$G' = a \cdot G_l + G_w + G_p.$$

Der Beiwert $a$ ist vom Raddruck, den überschüssigen Fliehkräften der Gegengewichte, von dem nicht ausgeglichenen Gewicht der hin- und hergehenden Massen, von der Gröfse der überhängenden Massen und vom Grad der Kurvenbeweglichkeit abhängig.

Da in den Diba-Werten die stärkere Einwirkung des Lokomotivgewichtes im großen Durchschnitt schon mitenthalten ist, muß der Wert $a = x \,.\, \sqrt{R_{dl}}$ für eine Lokomotive mit mittelguten Verhältnissen = 1 werden. $R_{dl}$ ist hierin der Raddruck der Triebräder und x ein Wert, der durch die Bauart der Lokomotivgattung bedingt ist, und der für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer Lokomotivgattung hinsichtlich der eigenen Abnützung und jener der Schiene von wesentlicher Bedeutung ist.

Der Kostenanteil $K_{ou}$ nach Ziffer 1 wird demnach bei einer zweigleisigen Hauptbahn

$$\text{Ib 1.)}\quad K_{ou} = \frac{(1+\varepsilon) \,.\, k_{tw} \,.\, L}{365 \,.\, V_B} \,.\, \left[G \,.\left(60 + \frac{n}{3}\right) + \right.$$
$$\left. + (a \,.\, G_l + G_w + G_p) \,.\, 6 \,.\, \varphi \,.\, \gamma \,.\, \sqrt[3]{V_B}\right].$$

In gleicher Weise sind die Diba-Formeln für die eingleisige Hauptbahn und die Nebenbahn zu ergänzen.

Zu Anteil 2): Die Abnützung der Schiene wird hauptsächlich von der Größe der darüber rollenden Last ($V_B$), von der auf den Reibungswiderstand sich abstützenden Triebarbeit der Lokomotive ($A_l$) und von der Bremsarbeit ($A_b$) veranlaßt. Nach der Schienenstatistik des V. D. E. V. steht der Schienenverschleiß auf schwach geneigten Strecken, in denen nicht gebremst wird, in einem bestimmten gesetzmäßigen Verhältnis zu der darüber gerollten Bruttolast. Es kann im Mittel für 1 Million Bruttotonnenlast 1 qmm Abnützung im Querschnitt*) gerechnet werden. Die Abnützung von 1 qmm entspricht bei der z. Zt. üblichen Schienenform für 1 km Gleis einem Gewichtsverlust von rund 7,9 kg. Die nach der Erfahrung hierzu für Krümmungen zu machenden Zuschläge sind aus dem Schaubild Textabb. 1 zu entnehmen.

Die größere Abnützung in Steigungen ist eine Folge der größeren Lokomotivtriebarbeit und Bremsarbeit und muß bei der vorliegenden Aufgabe nach der tatsächlich zu leistenden Arbeit $A_l$ und $A_b$ berechnet werden, da auf Strecken mit ungünstigen Neigungsverhältnissen diese Arbeit ein Vielfaches jener auf schwach geneigten Strecken sein kann.

Bezeichnet

$T_{wh}$ die für die Auswechslung von 1 km Gleis auf der Hauptbahn notwendigen Tagewerke bezogen auf 1 kg abnützbares Gewicht,

$T_{wn}$ jene für die Auswechslung auf der Nebenbahn**),

$\lambda$ und $\mu$ das Verhältnis zwischen Materialwert (abzüglich Altmaterialwert, einschließlich Zuschlag für Fracht) und Lohn für die Hauptbahn bzw. Nebenbahn,

$k_{tw}$ den Lohn für ein Tagewerk einschließlich Zuschlag für soziale Lasten und Abnützung der Werkzeuge,

so erwachsen für die Beförderung eines Wagenzuggewichtes von $G_w$ Tonnen über die Strecke L für Erneuerung des Gleises bei einer Abnützung von $q_s$ Gramm für 1000 mkg

$$\text{Ib 2)}\quad K_{on} = [T_{wh} \,.\, (1+\lambda) + T_{wn} \,.\, (1+\mu)] \,.\, k_{tw} \,.$$
$$.\left\{\left(1 + \frac{\Sigma l \varrho}{L} \,.\, f\right) . \frac{L \,.\, (a \,.\, G_l + G_p + G_w}{1000000} \,.\, 7{,}9 + \frac{q_s}{1000} \,.\right.$$
$$\left. .\left[\frac{0{,}95 \,.\, A_l + A_b}{1000} - 4{,}0 \,.\, L \,.\, (G_l + G_p + G_w)\right]\right\}.$$

Es bedeutet hierin der Ausdruck $4{,}0 \,.\, L \,.\, (G_l + G_p + G_w)$ den Wert der Zugkraftarbeit in 1000 mkg, der auf ebener gerader Strecke von L *m* für dieses Zuggewicht aufzuwenden wäre und der abgezogen werden muß, weil die durch ihn veranlaßte Abnützung in dem von der Statistik angegebenen Abnützungsbetrag schon enthalten ist.

---

*) Siehe Schienenstatistik des V. D. E. V. und Röllsche Enzyklopädie des Eisenbahnwesens 1917, S. 317.

**) Z. Zt. werden in der Regel die Schienen der Hauptbahn nach einer bestimmten Abnützung noch auf einer Nebenbahn weiterverwendet.

Es sind sonach die Oberbaukosten

$$K_o = K_{ou} + K_{on}.$$

Nach den Angaben der Fachliteratur (Enzyklopädie des Eisenbahnwesens von Röll 1917, S. 317) wächst der Schienenverschleiß proportional zur Quadratwurzel des Raddruckes. Die Diba-Formeln und die Schienenstatistik des V. D. E. V. gelten für einen durchschnittlichen Wagenraddruck $R_{dw} \sim 4$ t. Für anders zusammengesetzte Züge ist der Einfluß des Raddruckes dadurch zu berücksichtigen, daß $G_w$ in der Gleichung für $K_{on}$ mit einem Wert $\psi = \frac{\sqrt{R_{dw}}}{2}$ vervielfältigt wird.

### II. Zeitkosten $K_z$.

Für die Ermittlung des Einflusses der Fahrzeit auf die Zeitkosten muß ein möglichst unabhängiger Maßstab gewählt werden. Es werden deshalb der Vergleichsrechnung die Zahl der im Jahresdurchschnitt eines größeren Bahnnetzes geleisteten Dienststunden zugrunde gelegt, die sich bei Lokomotiven und Wagen nach Abzug aller Stillstandsstunden (außer Vor- und Nacharbeitszeit), beim Personal nach Abzug der Urlaubs- und Krankentage und sonstiger anrechnungsfähiger Ruhepausen ergibt.

Es bezeichnet

$K_{al}$, $K_{aw}$, $K_{ap}$, $K_{abr}$ den Anschaffungspreis der Lokomotive, eines Wagens, des Packwagens, einer Luftbremseinrichtung,

$K_{uw}$, $K_{up}$, die durchschnittlichen jährlichen Unterhaltungs- und Schmierkosten eines Wagens, Packwagens, $K_{ubr}$ die Unterhaltungskosten einer Luftbremseinrichtung,

$v_l$, $v_w$, $v_p$, $v_{br}$ den Hundertsatz für die Verzinsung und Abschreibung des Anschaffungswertes der Lokomotive, der Wagen, des Packwagens, der Luftbremseinrichtung,

$F_{stl}$, $F_{stw}$, $F_{stp}$, $F_{stlp}$, $F_{stzf}$, $F_{stsch}$, $F_{stbr}$ die zum Durchfahren der L km langen Strecke notwendige Fahrstundenzahl, einschließlich der Zwischenaufenthalte und der Zeit für Vor- und Nacharbeit für Lokomotive, Wagen, Packwagen, Lokomotivpersonal, Zugführer, Schaffner und Bremser,

$D_{stl}$, $D_{stp}$, $D_{stlp}$, $D_{stzf}$, $D_{stsch}$, $D_{stbr}$ die im Jahresdurchschnitt auf die Lokomotivgattung, den Packwagen, das Lokomotivpersonal, den Zugführer, den Schaffner, den Bremser fallenden wirklichen Dienststunden,

$E_{lp}$, $E_{zf}$, $E_{sch}$, $E_{br}$ das durchschnittliche Jahreseinkommen des Lokomotivpersonals, des Zugführers, des Schaffners, des Bremsers einschließlich Fahrgelder und Zuschlag für Wohlfahrtskosten,

g das Durchschnittsgewicht eines Wagens,

$g_{br}$ das bei Hand- oder Luftbremsung abgebremste Gewicht eines Wagens,

$b_r$ die notwendigen Bremsprozente,

$k_{lft}$ die Kosten des Luftverbrauchs für 1 km,

p das Verhältnis der jährlichen durchschnittlichen Ausbesserungsstunden eines Wagens zu der Zahl 8760 (= 365 . 24).

Da der auf das Tonnenkilometer treffende Anteil an den Kosten für die Instandsetzung der Lokomotive im Bahnbetriebswerk (Kosten der Löhne und Stoffe für Putzen, Ausdrehen, Bekohlen, Entschlacken, Kesselwaschen, Beleuchten, Feuermannsdienst, des Kohlenverbrauches für Anfeuern, Reservefeuer und Fahrt vom und zum Zug) überwiegend von der Größe der Lokomotive (ausgedrückt durch den Anschaffungspreis) und der in der Reisezeit $F_{stl}$ zurückgelegten Kilometerzahl abhängt, kann der Geldwert dieses Kostenanteils (einschließlich eines Zuschlages für die als Zeitkosten zu rechnenden Unterhaltungskosten) als Hundertsatz (= m) der Verzinsungs- und Abschreibungsquote eingesetzt werden. Der Hundertsatz m kann nach den örtlichen Verhältnissen einer jeden Lokomotivwechselstation aus dem Beschaffungswert der dort verwendeten Lokomotiven, aus dem Jahresdurchschnitt der von ihnen geleisteten wirklichen Dienststunden und aus den Kosten des

Dienstes im Bahnbetriebswerk (Löhne und Stoffe) ermittelt werden (Diba-Untersuchung).

Damit ergeben sich die Kosten für Lokomotivverzinsung und Unterhaltung $K_{vl} = (1 + 0{,}01 \,.\, m) \,.\, 0{,}01 \,.\, K_{al} \,.\, v_l \,.\, \frac{F_{stl}}{D_{stl}}$,

Wagenverzinsung und Unterhaltung

$$K_{vw} = [K_{uw} + 0{,}01 \,.\, v_w \,.\, K_{aw}] \,.\, (1 + 0{,}3 \,.\, p) \,.\, \frac{G_w}{g} \,.\, \frac{F_{stw}}{8760},$$

Lokomotivpersonal $\quad K_{lp} = E_{lp} \,.\, \frac{F_{stlp}}{D_{stlp}}$,

Zugführer $\quad K_{zf} = E_{zf} \,.\, \frac{F_{stzf}}{D_{stzf}}$,

Schaffner $\quad K_{sch} = E_{sch} \,.\, \frac{F_{stsch}}{D_{stsch}}$,

Bremser $\quad K_{br} = E_{br} \,.\, \frac{F_{stbr}}{D_{stbr}}$,

Verzinsung und Unterhaltung der Luftbremse

$$K_{br} = \frac{0{,}01 \,.\, br \,.\, (G_w + G_p)}{g_{\,br}} \,.\, (1 + 0{,}3 \,.\, p) \,.\, (0{,}01 \,.\, v_{br} \,.\, K_{abr} + K_{ubr}) \,.$$
$$.\, \frac{F_{stw}}{8760} + L \,.\, k_{lft},$$

Verzinsung und Unterhaltung des Packwagens

$$K_{vp} = [K_{up} + 0{,}01 \,.\, v_p \,.\, K_{ap}] \,.\, \frac{F_{stp}}{D_{stp}}.$$

Die Gleichungen für $K_{vw}$ und $K_{br}$ sind auf dem Grundsatze aufgebaut, dafs von dem Gesamtbetrag der Verzinsungs-, Abschreibungs- und Unterhaltungskosten der Güterwagen der Beförderung nur jener Teil aufgelastet werden darf, der dem Zeitaufwand für die Beförderung entspricht und dafs angenähert 30 % der Unterhaltungskosten durch die Bewegung verursacht werden oder während der Fahrt entstehen.

Es sind also die Zeitkosten

$$\text{II)} \;.\;.\; K_z = K_{vl} + K_{vw} + K_{lp} + K_{zf} + K_{sch} + K_{br} + K_{vp}.$$

### III. Feste Kosten $K_c$.

Der Anteil $K_c$ würde für jede Strecke nach dem auf sie nach der täglichen durchschnittlichen Verkehrsbelastung $V_B$ treffenden Anteil an den allgemeinen Unkosten des Eisenbahnbetriebes, sowie aus dem Aufwand für Stations-, Rangier- und Bahnbewachungspersonal, sowie für die Unterhaltung der Stationseinrichtungen und Anlagen, der Hochbauten und des Unterbaues der Strecke L zu berechnen sein. Es werden aber sowohl die Summe der $K_c$-Kosten für alle zu vergleichenden Strecken als auch die $K_c$-Kosten der einzelnen Strecken in der Regel und innerhalb gewisser Grenzen sich nicht ändern, wenn auf der einen oder anderen Strecke einige Tausend Tonnen mehr oder weniger gefahren werden. Bei der vorliegenden Aufgabe, bei der in erster Linie die Zugförderungskosten und der Einflufs von Verkehrsleitungen auf sie, nicht aber die gesamten Kosten des Eisenbahnbetriebes festzustellen sind, braucht man den Wert von $K_c$ nur insoweit zu berücksichtigen, als durch die zu prüfende Mafsnahme eine Mehrung oder Minderung der $K_c$-Kosten der zu vergleichenden Strecken veranlafst wird.

### Anhang zum 1. Teil.

Ermittelung der Gröfsen B, W, $A_l$, $A_b$, T, $T_o$.

Nach den Erläuterungen im 1. Teil sind für die Kosten einer Zugfahrt aufser den vorgeschriebenen Gröfsen (wie Wagengewicht und Lokomotivgattung) und den aus der Statistik erhältlichen Festwerten noch die nachstehenden für jede Zugfahrt besonders zu ermittelnden Werte bestimmend:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Brennstoffverbrauch . | B kg | Wasserverbrauch . . | W kg |
| Fahrzeit. . . . . | T min | Fahrzeit ohne Dampf | $T_o$ min |
| Lokomotivarbeit . . | $A_l$ mkg | Bremsarbeit . . . | $A_b$ mkg |

Diese Gröfsen können mit weitgehender Genauigkeit in folgender Weise ermittelt werden:

Zunächst sind für die in Frage kommenden Lokomotivgattungen Leistungs- und Brennstoffverbrauchstafeln zu entwerfen.

Sind von einer Lokomotive Dampfdiagramme vorhanden, so lassen sich aus diesen die mittleren indizierten Dampfdrücke $p_i$ kg/qcm und damit die indizierten Zylinderzugkräfte $Z_i$ kg für verschiedene Füllungsgrade $\varepsilon$% und Fahrgeschwindigkeiten V km/st entnehmen ($Z_i = f\,[\varepsilon, V]$).

Fehlen Dampfdiagramme, so kann $Z_i = f\,(\varepsilon, V)$ nach Formeln von Hrabak oder von Strahl (Einflufs der Steuerung auf Leistung der Heifsdampflokomotiven) bestimmt werden. Ebenso kann der Dampfverbrauch $\delta_o$ kg/sec für eine bestimmte Dampftemperatur $tü_o$ (z. B. $tü_o = 300^0$ C) für dieselben Werte von $\varepsilon$ und V festgestellt werden, d. h. $\delta_o = f\,(\varepsilon, V)$. Da mit Füllungsgraden unter $\varepsilon = 20$% nicht gefahren werden soll, sind einige Werte von $Z_i$ und $\delta_o$ für $\varepsilon = 20$ und verminderte Schieberkastendrücke ps kg/qcm zu berechnen.

Aus $Z_i = f\,(\varepsilon, V)$ und $\delta_o = f\,(\varepsilon, V)$ läfst sich eine Funktion $\delta_o = f(Z_i, V)$ ableiten (Taf. 22, Abb. 1, Schaubild a). Bezeichnet z die von der Rostanstrengung und der Kesselanstrengung, also auch von $\delta_o$ abhängige Verdampfungsziffer ($z = f\,[\delta_o]$), so läfst sich mittels einer Kurve $\beta_o = \frac{\delta_o}{z} = f\,(\delta_o)$ für jeden Wert $\delta_o$ der zugehörige Brennstoffverbrauch $\beta_o$ kg/sec bestimmen (Schaubild b, Taf. 22, Abb. 1).

Um nun den Brennstoffverbrauch $\beta$ kg/sec bei der wirklichen Dampftemperatur tü zu erhalten, ist noch eine Berichtigung notwendig. Ist die Abhängigkeit der Dampftemperatur tü von der Rostanstrengung für die vorliegende oder eine ähnliche Lokomotive aus Versuchen gegeben $\left(tü = f\,(r) = f\left(\frac{\beta \,.\, 3600}{R}\right)\right)$, so ist tü für jeden Punkt der Kurve $\beta = f\,(\delta_o)$ bekannt. Da erfahrungsgemäfs gegenüber einer Dampftemperatur $tü_o = 300^0$ für je $5^0$ höhere Überhitzung eine Dampfersparnis von 1% eintritt, so ist der tatsächliche Dampfverbrauch

$$\delta = \delta_o \,.\, \left(1 + \frac{300 - tü}{500}\right) \text{ und}$$

$$\beta = \frac{\delta}{z} = \frac{\delta_o \,.\, \left(1 + \frac{300 - tü}{500}\right)}{z} = f\,(\delta_o).$$

Durch Wiederholung dieser Rechnung kann die Genauigkeit beliebig erhöht werden.

Legt man Schaubild a ($\delta_o = f\,[Z_i, V]$) und Schaubild b ($\beta = f\,[\delta_o]$) zusammen, so erhält man das Schaubild der Abb. 2, Taf. 22: $\beta = f\,(Z_i, V)$*).

Für die Fahrt in der Beharrung müfste $Z_i = W = W_l + W_w + (G_l + G_p + G_w) \,.\, i$ (wobei W den Gesamtwiderstand des Zuges bedeutet) für jede Neigung, jedes Wagengewicht und jede Geschwindigkeit neu berechnet werden. Um Wiederholungen dieser Berechnungen zu ersparen, wurde $Z_i = f\,(i, V)$ für mehrere bestimmte Wagenzuggewichte $G_w$ berechnet und mit Hilfe von Schaubild Taf. 22, Abb. 2 ($\beta = f\,[Z_i, V]$) ein Schaubild Taf. 22, Abb. 3 u. 4, $\beta = f\,(i, V)$ und $Z_i = f\,(i, V)$ entworfen.

Die Fahrzeit und der Kohlenverbrauch für Streckenabschnitte, in denen eine Beschleunigung oder Verzögerung eintritt, kann in nachstehender Weise berechnet werden.

In Taf. 22, Abb. 2, ist die Grenze der noch wirtschaftlichen Rostanstrengung oder Kesselleistung durch die besonders gekennzeichnete Gerade angegeben. Es kann natürlich, wenn es

*) Diese Tafeln waren schon im Gebrauch, als durch den im Januar 1925 (Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1925, Seite 1) veröffentlichten Aufsatz des Oberbaurates Dr. Nufsbaum bekannt wurde, dafs auch bei den Österreichischen Bundesbahnen ähnliche Schaubilder für Dampflokomotiven verwendet werden.

wünschenswert erscheint, für die Berechnung der Fahrzeit auch eine beliebig kleinere Kesselleistung gewählt werden. Bezeichnet $Z_{im}$ den Mittelwert der durch den Schnitt der Kohlenverbrauchskurven für die Geschwindigkeiten $V_1$ und $V_2$ mit der der gewählten Kesselanstrengung entsprechenden Lotrechten gegebenen $Z_i$-Werte für $V_1$ und $V_2$, $W_{lm}$ den Laufwiderstand der Lokomotive auf gerader ebener Strecke für die Geschwindigkeit $\frac{V_1 + V_2}{2}$, ferner $W_{wm}$ jenen des Wagenzuges, so ist

$$\frac{Z_{im} - W_{lm} - W_{wm}}{G_l + G_w + G_p} \pm i = \pm p_m$$

die in dieser Geschwindigkeitsstufe auf der Neigung i wirksame beschleunigende oder verzögernde Kraft in kg/t. Es läfst sich nachweisen, dafs für Beschleunigung oder Verzögerung bei entsprechender Wahl der Geschwindigkeitsstufen die Fahrzeit und die darin zurückgelegten Wege mit den Annäherungsformeln

$$t = \frac{31\,(V_2 - V_1)}{p_m} \text{ und } l = \frac{4{,}2\,(V_2^2 - V_1^2)}{p_m}$$

nahezu theoretisch genau berechnet werden können. $\beta . t$ ist dann der Brennstoffverbrauch, $Z_{im} . l$ die Lokomotivarbeit, t die Fahrzeit auf dem Streckenabschnitt l. In derselben Weise sind die übrigen Geschwindigkeitsstufen zu behandeln.

Für die Fahrt mit gleichbleibender Geschwindigkeit V in dem Abschnitt l mit dem Streckenwiderstand i läfst sich $+ Z_i$ und $\beta$ für das betrachtete Wagenzuggewicht $G_w$ aus Taf. 22, Abb. 3 u. 4 direkt entnehmen.

Es ist $t = \frac{3{,}6 . l}{V}$ sec, $b = \beta . t$, Lokomotivarbeit $= + Z_i . l$, Bremsarbeit $= - Z_i . l$.

Schliefslich ist für die ganze Strecke $L = \Sigma l$, $B = \Sigma\, \beta . t$, $T = \Sigma\, t$, $A_l = \Sigma(+ Z_i . l)$, $A_b = \Sigma(- Z_i . l)$.

Der Wasserverbrauch W könnte auf die gleiche Weise wie B bestimmt werden, es genügt jedoch bei seinem geringen Einflufs auf die Kosten ihn zu $B . z_m$ anzunehmen, wobei $z_m$ eine mittlere Verdampfungsziffer ist.

Die Fahrzeit ohne Dampf ist durch Zusammenzählen der Werte t für diejenigen Abschnitte l zu erhalten, auf welchen $\beta = 0$ ist.

Liegt eine Fahrzeitenberechnung bereits vor, so läfst sich $Z_i$ für Geschwindigkeitsänderungen mit den Formeln für l und t rückwärts bestimmen und dafür $\beta$ aus Taf. 22, Abb. 2 ablesen. Auf der Fahrt in der Beharrung kann wie bisher die Abb. 3 u. 4, Taf. 22 verwendet werden.

Diese genaue Berechnung ist notwendig, weil der Verbrauch an Kohle für die zu der Zugfahrt notwendigen Arbeitsleistung $A_l$ nicht nur von der Bauart der Lokomotive sondern ganz wesentlich auch davon abhängt, ob und inwieweit bei der Zusammensetzung der Strecke und dem dadurch bedingten Spiel der Kräfte die für die Leistung erforderlichen Zugkräfte in die günstigeren Arbeitsgebiete der Lokomotive fallen.

## 2. Teil.

### Streckenwertziffern.

Aus den Erläuterungen im 1. Teil ist ersichtlich, dafs die $K_o$-Kosten wesentlich von der Verkehrsbelastung $V_B$ abhängen. Wenn also die Wertigkeit der Strecken nur hinsichtlich der durch ihre Streckenverhältnisse beeinflufsten Kosten ohne Rücksicht auf ihre augenblickliche Verkehrsbelastung verglichen werden sollen, so sind deren $K_o$-Werte für den gleichen $V_B$-Wert zu berechnen.

Unter diesen Voraussetzungen kann die Länge der geraden ebenen Strecke ($= L_v$ in Kilometern), auf der die Beförderung des Wagenzuggewichtes $G_w$ die gleichen Zugförderungskosten verursacht wie über die Strecke L, aus der Gleichung

$$L_v = 100 . \frac{K}{K_v}$$

ermittelt werden. Hierbei sind $K_v$ die Kosten für die Beförderung einer täglichen Verkehrsbelastung von $V_B$ Tonnen auf einer 100 km langen ebenen geraden Strecke, K die Kosten für die Beförderung der gleichen Verkehrsbelastung auf der L km langen Vergleichsstrecke. In beiden Fällen sind Zugseinheit und Lokomotivgattung sowie zulässige Höchstgeschwindigkeit so zu wählen, dafs $K_v$ und K Mindestwerte werden. $K_v$ und K sind nach den Formeln des 1. Teiles zu berechnen.

Der Wert $L_v$ stellt dann die »virtuelle Länge« der Strecke L dar. Er ermöglicht einen raschen Vergleich der Wertigkeit der Strecken hinsichtlich der reinen Beförderungskosten unter der Voraussetzung, dafs das Wagenzuggewicht, die verfügbare Lokomotivgattung und die augenblickliche Verkehrsbelastung den Grundlagen entspricht, die für die Berechnung des Wertes K gewählt sind.

Die einmal zu berechnenden $L_v$-Werte für die Strecken eines Netzes ermöglichen, in einer Karte neben den Strecken angeschrieben, eine rasche Beurteilung der Wertigkeit eines Leitungsweges, die man durch Zusammenzählen der einzelnen $L_v$-Werte dieses Leitungsweges erhält. In dieser Karte werden auch zweckmäfsig die bei den einzelnen Verschiebebahnhöfen anfallenden mittels Teilung mit $0{,}01 . K_v$ in virtuelle Längen umgewandelten Kosten, soweit sie der Durchleitungsverkehr verursacht, anzuschreiben sein, so dafs auch deren Summe $(\Sigma L_{vr})$ für den Leitungsweg gebildet werden kann.

Werden zwei Leitungswege von der virtuellen Länge $\Sigma L_{v1}$ und $\Sigma L_{v2}$ mit einander verglichen, so ist $\Sigma L_{v2}$ der billigere Weg, wenn $(\Sigma L_{v2} + \Sigma L_{vr2}) < (\Sigma L_{v1} + \Sigma L_{vr1})$ ist.

## 3. Teil.

### Beförderungskostentafeln.

Für genauere wirtschaftliche Untersuchungen sind, wie bereits gesagt, die in der Verkehrskarte angegebenen virtuellen Längen nur dann geeignet, wenn die angegebenen Voraussetzungen erfüllt sind. Ist dies nicht der Fall, so müssen für die Untersuchung Beförderungskostentafeln verwendet werden, aus denen für eine bestimmte Strecke und Lokomotivgattung die Kosten einer Zugfahrt für jedes beliebige Wagenzuggewicht und jede beliebige Fahrzeit und Verkehrsbelastung abgelesen werden können. Aufbau und Anwendung dieser Tafeln ist in folgendem Beispiel erläutert. Sind sie in zeichnerischer oder tabellarischer Form für alle Strecken und alle in Betracht kommenden Lokomotivgattungen einmal hergestellt, so ist auch für eine derartige streng wissenschaftliche Durchführung von wirtschaftlichen Untersuchungen auf dem Gebiete der Zugförderung oder Verkehrsleitung, gleichviel welcher Art, ebenfalls nur das Ablesen und Zusammenzählen der Einzelwerte erforderlich, eine Arbeit, die von jedem Betriebs- und Verkehrsbeamten leicht erlernt und rasch durchgeführt werden kann.

### Beispiel.

Aufstellung von Beförderungskostentafeln für die Strecke München-Laim — Augsburg — Treuchtlingen (L=137 km) bei Verwendung der Lokomotivgattung G 12.

Die nach den Formeln im Anhang zum 1. Teil für zwei bis drei Wagenzuggewichte und drei Höchstgeschwindigkeiten berechneten von den Streckenverhältnissen und der Fahrzeit abhängigen Werte sind in nachstehender Übersicht 1 zusammengestellt:

**Übersicht 1.**

| Höchstgeschwindigkeit | 30 | | | | 40 | | 50 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wagenzuggewicht | 0 | 500 | 1000 | 1300 | 500 | 1300 | 0 | 500 | 1000 | 1300 |
| Fahrzeit ohne Aufenthalte T Min. | 280 | | | | 228 | | 187 | | | |
| Mittlere Fahrgeschwindigkeit $V = \frac{60 . L}{T}$ | 29,2 | | | | 36 | | 44 | | | |
| Fahrt ohne Dampf $T_0$ Min. | 26 | 43 | 65,5 | 74 | 35 | 55 | 10 | 27 | 33 | 31 |
| Fahrt unter Dampf $(T-T_0)$ Min. | 254 | 237 | 214,5 | 206 | 193 | 173 | 177 | 160 | 154 | 156 |
| Kohlenverbrauch B kg | 1530 | 1870 | 2240 | 2520 | 1920 | 2650 | 1550 | 1990 | 2460 | 2860 |
| Wasserverbrauch W cbm | 10,7 | 13,1 | 15,6 | 17,6 | 13,4 | 18,5 | 10,8 | 13,9 | 17,2 | 20,0 |
| Lokomotivarbeit $A_l$ $10^6$ mkg | 120 | 298 | 452 | 456 | 325 | 590 | 138 | 355 | 538 | 644 |
| Bremsarbeit $A_b$ $10^6$ mkg | 1,7 | 35 | 72 | 99 | 32 | 87 | 1,8 | 29 | 55 | 80 |

### 1. $K_l$ - Kosten.

Nach Gleichung I a) ist:

$$K_l = K_b + K_{wa} + K_{öl} + K_{ku} + K_{tu} + K_{ru}$$

$$= [1{,}05 . B + 0{,}6 . R . (T_o + T_{st})] . k_b + 1{,}05 . W . k_w + L . k_{öl} + \frac{63 . B^2 . H_k . k_{hk}}{1000 . R . (T-T_o) . r_o} +$$

$$+ \left[1 - 0{,}01 . e . \left(1 - \frac{A_l}{(T-T_o) . \Sigma a_l}\right)\right] . \frac{H_t . k_{ht}}{1000} + \frac{G . L}{T_{km}} . Q_r . k_r + \frac{0{,}95 . A_l . q_t . k_t}{1000} + \frac{Al}{1000} . (q_r . k_r + q_{br} . k_{br}).$$

Der Kostenanteil $0{,}6 . R . T_{st} . k_b$ für die Kosten des Brennstoffverbrauchs während des Stationsaufenthaltes wird zweckmäfsiger in die Zeitkosten mit eingerechnet.

Es wurde eingesetzt für:

$R = 3{,}9$ qm $\quad k_{öl} = 0{,}004$ ℳ/km
$k_b = 0{,}027$ ℳ/kg $\quad e = 70$ %.
$k_w = 0{,}1$ ℳ/t

Die Erfahrungswerte $H_k$, $k_{hk}$, $r_o$, $H_t$, $k_{ht}$, $\Sigma a_l$ wurden aus vorliegenden statistischen Unterlagen der Vorkriegszeit, wobei bei den Geldwerten die Teuerung berücksichtigt wurde, angenähert ermittelt zu:

$H_k = 5$ ℳ/1000 kg $\quad H_t = 40$ St/1000 km
$k_{hk} = 1{,}1$ $\quad k_{ht} = 1{,}3$
$r_o = 300$ $\quad \Sigma a_l = 3000000$.

Aus einer in einer bayerischen Räderwerkstatt geführten Statistik wurde festgestellt, dafs ein ungebremstes Rad nach $T_{km} \sim 2000000$ tkm durchschnittlicher Leistung mit einem Kostenaufwand von 115 ℳ für Wagenräder und 175 ℳ für Triebräder (einschliefslich 200 % Zuschlag) neu bereift werden mufste. Die Kosten für viermaliges Abdrehen sind hierin enthalten. Die gesamte Gewichtsverminderung eines Radreifens betrug im Durchschnitt $Q_r = 145000$ g. Es ist also:

$$Q_r = 145\,000 \text{ g} \qquad k_t = \frac{175}{145\,000} = 0{,}0012 \text{ ℳ/g}$$

$$k_r = \frac{115}{145\,000} = 0{,}0008 \text{ ℳ/g} \qquad T_{km} = 2\,000\,000 \text{ tkm}.$$

An der Purdue-Universität (Amerikan. Eng. Juli 1907) ist durch Versuche festgestellt worden, dafs der Verschleifs der Bremsklötze unter sonst gleichen Voraussetzungen in einem bestimmten Verhältnis zu der vom Klotz übertragenen Bremsarbeit steht. Es ergab sich z. B. bei Radreifen aus Flufsstahl, einer Umfangsgeschwindigkeit von 32 km/st und einem Bremsklotzdruck von 1264 kg die Gewichtsabnahme eines Bremsklotzes aus weichem Gufseisen zu 0,045 Gramm für je 1000 mkg, hartem Gufseisen zu 0,0145 Gramm für je 1000 mkg.

Ebenso mufs die Gewichtsabnahme der Radreifen (und der Schiene) in einem bestimmten seiner Gröfse nach vom Verschleifswiderstand und Reibungswert des Materiales abhängigen Verhältnis zur übertragenen Reibungsarbeit stehen, weil auf Rad (und Schiene) die Reibungskräfte in gleicher Weise wie auf den Bremsklotz einwirken.

Es kann also eingesetzt werden:

$q_r = 0{,}01$ g/1000 mkg bei Wagenradreifen aus Flufsstahl mit 50 bis 60 kg Festigkeit,
$q_t = 0{,}005$ g/1000 mkg $= (q_r)$ bei Triebradreifen aus Tiegelgufsstahl mit 70 bis 80 kg Festigkeit,
$q_{br} = 0{,}015$ g/1000 mkg für Bremsklötze aus Gufseisen der z. Zt. üblichen Härte.

Das abnutzbare Gewicht eines Bremsklotzes kann im Durchschnitt mit 5,5 kg angenommen werden, die Kosten eines Bremsklotzes (einschliefslich 100 % Zuschlag) betragen im Durchschnitt 2,2 ℳ, also

$$k_{br} = 2{,}2 : 5500 = 0{,}0004 \text{ ℳ/g}.$$

Die hiernach sich ergebenden Kostenanteile für $K_l$ sind in folgender Übersicht 2 zusammengestellt.

Mit diesen Werten wurde das Schaubild der Textabb. 2 aufgezeichnet.

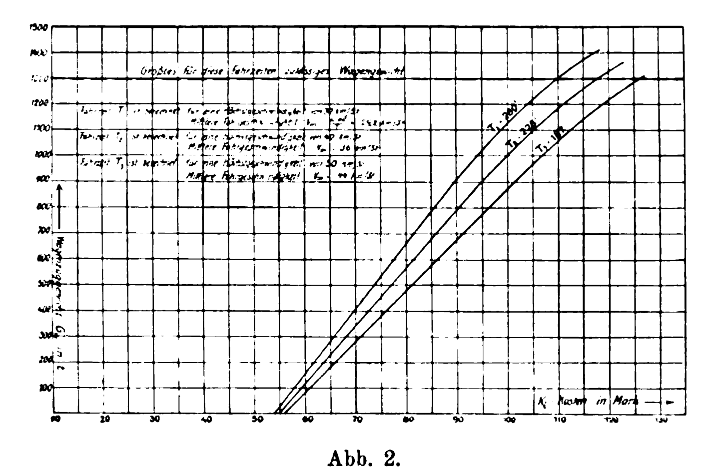


Abb. 2.

### 2. $K_o$-Kosten.

a) Nach Gleichung I b 1) ist:

$$K_{ou} = \frac{(1+\varepsilon) . k_{twt}}{365 . V_B} . \left[G . \left(60 + \frac{n}{3}\right) + (a . G_l + G_w + G_p) . \right.$$
$$\left. . 6 . \varphi . \gamma . \sqrt[3]{V_B}\right]$$

wobei $\varphi = c_1 + c_2 . V^2$.

Übersicht 2.

| Höchstgeschwindigkeit | 30 | | | | 40 | | 50 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wagenzuggewicht | 0 | 500 | 1000 | 1300 | 500 | 1300 | 0 | 500 | 1000 | 1300 |
| Brennstoffkosten $(1{,}05 . B + 0{,}6 . R . T_o) . k_b$ | 44,8 | 55,5 | 67,5 | 76 | 56,5 | 78,5 | 44,5 | 58 | 71,8 | 83 |
| Wasserkosten $1{,}05 . W . k_w$ | 1,1 | 1,4 | 1,65 | 1,85 | 1,4 | 1,9 | 1,1 | 1,45 | 1,8 | 2,1 |
| Kesselunterhaltung $K_{ku} = \frac{63 . B^2 . H_k . k_{hk}}{1000 . R . (T - T_o) . r_o}$ | 2,7 | 4,4 | 6,95 | 9,15 | 5,8 | 12,4 | 4,0 | 7,35 | 11,6 | 16 |
| Triebwerksunterhaltung $K_{tu} = \left(0{,}3 + 0{,}7 . \frac{A_l}{(T - T_o) . \Sigma_{al}}\right) . \frac{H_t . k_t . L}{1000}$ | 2,9 | 4,2 | 5,6 | 6,5 | 5,0 | 8,0 | 3,4 | 5,8 | 7,9 | 8,9 |
| Radreifen- und Bremsklotzabnützung $K_{ru} = \frac{G . L}{T_{km}} Q_r . k_r$ | 1,2 | 5,2 | 9,2 | 11,5 | 5,2 | 11,5 | 1,2 | 5,2 | 9,2 | 11,5 |
| $+ \frac{0{,}95 . A_l . q_t . k_t}{1000}$ | 0,7 | 1,7 | 2,6 | 3,1 | 1,9 | 3,35 | 0,8 | 2,0 | 3,2 | 3,65 |
| $+ \frac{A_l}{1000} . (q_r . k_r + q_{br} . k_{br})$ | 0,02 | 0,5 | 1,0 | 1,4 | 0,45 | 1,2 | 0,02 | 0,4 | 0,8 | 1,0 |
| Ölkosten $= L . k_{öl}$ | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 |
| $K_l$ in Mark | 54 | 73,45 | 94,05 | 110,05 | 76,8 | 117,45 | 55,6 | 80,75 | 106,85 | 126,65 |

Diese Gleichung läfst sich in die für die bildliche Darstellung geeignetere Form bringen:

$$K_{ou} = C . \left[\frac{G . 60}{V_B} + \frac{(a . G_l + G_p + G_w) . 6 . c_1 . \gamma}{\sqrt[3]{V_B^2}}\right] +$$

$$+ C . \frac{G . n}{3 . V_B} + C . \frac{(a . G_l + G_p + G_w) . 6 . c_2 . V^2 . \gamma}{\sqrt[3]{V_B^2}}$$

Hierbei ist $C = \frac{(1 + \varepsilon) . k_{tw} . L}{365}$.

Für einen Güterzug mittlerer Zusammensetzung ist $c_1 = 0{,}83$ zu setzen. Nach einer überschlägigen Berechnung bestimmt sich die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit, für die der Beiwert $\varphi = 1$ werden mufs, zu 42 km/st, also

$$c_1 + c_2 . 42^2 = 1$$

$$0{,}83 + c_2 . 42^2 = 1, \qquad c_2 = \frac{0{,}17}{42^2} \simeq \frac{1}{10000}.$$

Hiermit wird $\varphi = 0{,}83 + \frac{V^2}{10000}$, worin $V = \frac{60 . L}{T}$ einzusetzen ist.

$\varepsilon = 0{,}9, \quad k_{tw} = 4{,}4$ *M*

$$C = \frac{(1 + \varepsilon) . k_{tw} . L}{365} = \frac{(1 + 0{,}9) . 4{,}4 . 137}{365} = 3{,}14.$$

$f = 0{,}07$ (festgestellt mit Hilfe von Textabb. 1).

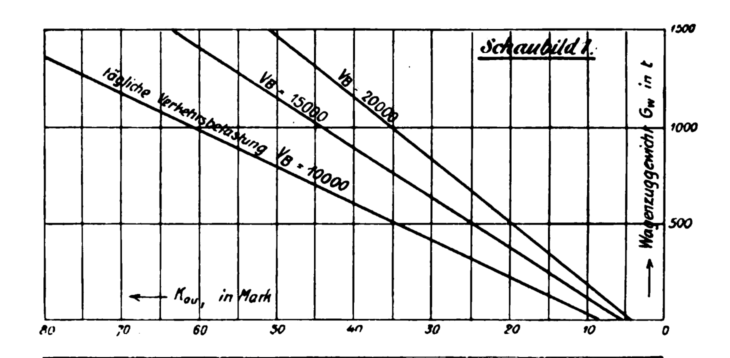
$$\Sigma l_\varrho = 20 \text{ km}, \qquad \gamma = (1 + \frac{20}{137} . 0{,}07) = 1{,}01.$$

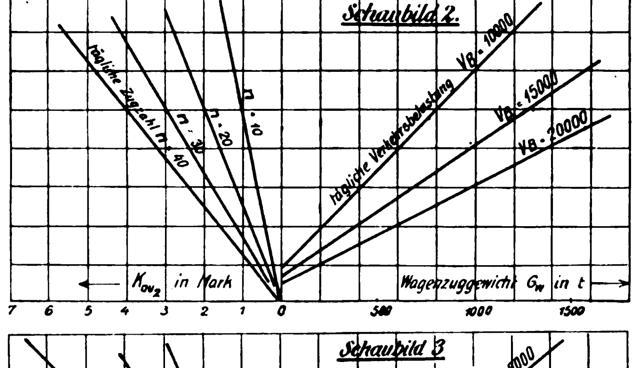
Für den Faktor $a$ ist, da die G 12-Lokomotive die für die Diba-Werte giltigen Laufeigenschaften besitzt, nur der Einflufs des hohen Triebraddruckes in Rechnung zu setzen. Da der mittlere Triebraddruck aller Lokomotiven bei 7 t liegt, mufs für eine Lokomotive normaler Laufeigenschaften

$a = x . \sqrt{7} = 1$ werden, demnach $x = \frac{1}{\sqrt{7}} = 0{,}38$.

Für die G 12-Lokomotive mit einem Triebraddruck von 8,4 t wird $a = 0{,}38 . \sqrt{8{,}4} = 1{,}1$.

$$G = G_l + G_p + G_w = 140 + 10 + G_w.$$



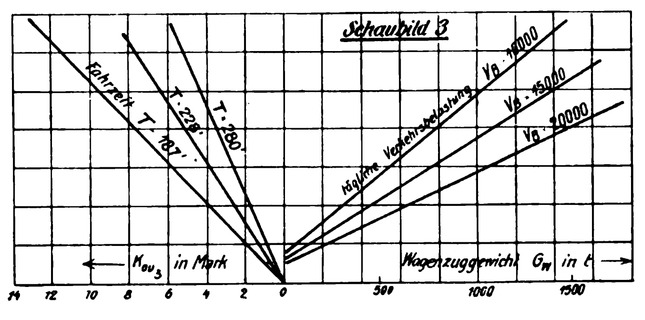




Abb. 3.

$$K_{ou1} = 3{,}14 . \frac{G . 60}{V_B} + 3{,}14 . \frac{(1{,}1 . G_l + G_p + G_w) . 6 . 0{,}83 . 1{,}01}{\sqrt[3]{V_B^2}} = \frac{28\,200 + 188 . G_w}{V_B} + \frac{2600 + 15{,}7 . G_w}{\sqrt[3]{V_B^2}}.$$

Diese Gleichung ist in Schaubild 1, Textabb. 3 dargestellt.

$$K_{ou2} = 3{,}14 \cdot \frac{G \cdot n}{3 \cdot V_B} = \frac{(157 + G_w) \cdot n}{V_B}.$$

Schaubild 2 Textabb. 3.

$$K_{ou3} = 3{,}14 \cdot \frac{(1{,}1 \cdot G_l + G_p + G_w) \cdot 6 \cdot \frac{V^2}{10000} \cdot 1{,}01}{\sqrt[3]{V_B^2}} = \frac{3140 + 19 \cdot G_w}{\sqrt[3]{V_B^2}} \cdot \frac{V^2}{10000}$$

Schaubild 3 Textabb. 3.

b) $K_{on}$.

Beträgt das abnützbare Gewicht 3,7 t für 1 km Gleis auf der Hauptbahn und erfordert die Erneuerung von 1 km Gleis und Bettung 2835 Tagewerke, so wird $T_{wh} = \frac{2835}{3{,}7 \cdot 1000} = 0{,}766$.

Sind die Kosten für die Erneuerung von 1 km Gleis und Bettung 43 865 *M*, der Altstoffwert 15 290 *M* und ist der Geldwert der aufgewendeten Tagewerke = 2835 . 4,4 = 12 400 *M*, so wird $\lambda = \frac{43\,865 - 15\,290}{12\,400} = 2{,}3$.

Für Nebenbahnen ergeben sich in derselben Weise die Werte $T_{wn} = 0{,}722$ $\quad q_s = 0{,}005$ g/1000 mkg $\quad \mu = 3{,}3$.

Nach Gleichung Ib 2) wird

$D_{stl} = 4800$ Stunden $\quad m = 50\%$.

$$K_{vl} = \frac{(1 + 0{,}01 \cdot 50) \cdot 10 \cdot 160\,000}{4800 \cdot 60 \cdot 100} \cdot (T + 185 + T_{st})$$

$$= 15{,}4 + 0{,}083 \cdot (T + T_{st}).$$

Personal:

$$K_{lp} = E_{lp} \cdot \frac{F_{stlp}}{D_{stlp}} \qquad K_{zf} = E_{zf} \cdot \frac{F_{stzf}}{D_{stzf}} \qquad K_{sch} = E_{sch} \cdot \frac{F_{stsch}}{D_{stsch}}$$

$E_{lp} = 7600$ *M*, $\quad E_{zf} = 3700$ *M*, $\quad E_{sch} = 3000$ *M*

$D_{stlp} = D_{stzf} = D_{stsch} = 2300$ Stunden.

$$K_{lp} + K_{zf} + K_{sch} = \frac{7600 + 3700 + 3000}{2300 \cdot 60} \cdot (T + 185 + T_{st})$$

$$= 19{,}2 + 0{,}104 \cdot (T + T_{st}).$$

Bremse (luftgebremster Zug)

$$K_{br} = \frac{0{,}01 \cdot b_r \cdot (G_w + G_p)}{g_{br}} \cdot (1 + 0{,}3 \cdot p) \cdot (0{,}01 \cdot v_{br} \cdot K_{abr} + K_{ubr}) \cdot \frac{F_{stw}}{8760} + L \cdot K_{lft}$$

$g_{br} = 14$ t $\qquad v_{br} = 10\%$

$p = 0{,}2$ $\qquad k_{lft} = 0{,}0015$ *M*/km

$K_{ubr} = 58$ *M* $\qquad F_{tsw} = \frac{T + 40 + T_{st}}{60}$ Stunden.

$K_{abr} = 1250$ *M*

$$K_{on} = [0{,}766 \cdot (1 + 2{,}3) + 0{,}722 \cdot (1 + 3{,}3)] \cdot 4{,}4 \cdot \left\{ 1{,}01 \cdot \frac{137 \cdot (165 + G_w)}{1\,000\,000} \cdot 7{,}9 + \frac{0{,}005}{1000} \cdot \left[ \frac{0{,}95 \cdot A_l + A_b}{1000} - 4{,}0 \cdot 137 \cdot (150 + G_w) \right] \right\} = 0{,}124 \cdot \frac{0{,}95 \cdot A_l + A_b}{1\,000\,000} - 38{,}8 \cdot \frac{G_w}{1000} - 6{,}0.$$

Setzt man für $A_l$ und $A_b$ die entsprechenden Werte aus der Zusammenstellung ein, so läfst sich das Schaubild Textabb. 4 aufstellen.

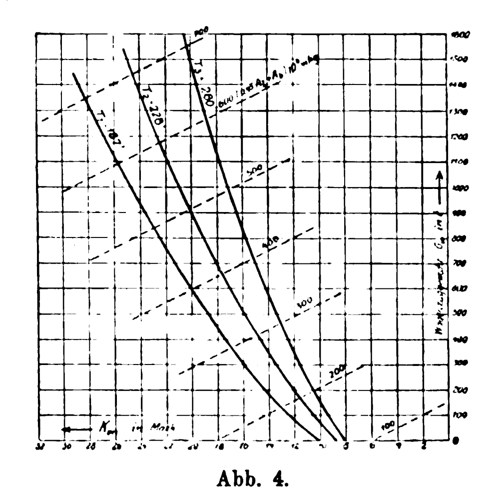


Abb. 4.

### 3. $K_z$-Kosten.

Lokomotive:

$$K_{vl} = (1 + 0{,}01 \cdot m) \cdot 0{,}01 \cdot v_l \cdot K_{al} \cdot \frac{F_{stl}}{D_{stl}}$$

$K_{al} = 160\,000$ *M*, $\quad v_l = 10\%$

$$F_{stl} = \frac{\text{Fahrzeit + Vor- und Nacharbeit + Stationsaufenthalt}}{60} = \frac{T + 185 + T_{st}}{60} \text{ Stunden.}$$

$$K_{br} = \frac{0{,}01 \cdot b_r \cdot (G_w + G_p) \cdot (1 + 0{,}3 \cdot 0{,}2) \cdot (T + T_{st} + 40)}{14} \cdot \frac{0{,}01 \cdot 10 \cdot 1250 + 58}{8760} + 137 \cdot 0{,}0015 =$$

$$= [1{,}06 + 0{,}0266 \cdot (T + T_{st})] \cdot \frac{b_r}{100} \cdot \frac{G_w + G_p}{1000} + 0{,}2.$$

$b_r$ ist durch die vorgeschriebene Höchstgeschwindigkeit festgelegt.

Wagen.

$$K_{vw} = [K_{uw} + 0{,}01 \cdot v_w \cdot K_{aw}] \cdot (1 + 0{,}3 \cdot p) \cdot \frac{G_w}{g} \cdot \frac{F_{stw}}{8760}$$

$K_{uw} = 200$ *M* $\qquad K_{uw} = 3500$ *M*

$v_w = 10\%$ $\qquad g = 16$ t

$$K_{vw} = \frac{(200 + 0{,}01 \cdot 10 \cdot 3500) \cdot (1 + 0{,}3 \cdot 0{,}2) \cdot G_w \cdot (T + T_{st} + 40)}{16 \cdot 8760 \cdot 60} =$$

$$= [2{,}8 + 0{,}07 \cdot (T + T_{st})] \cdot \frac{G_w}{1000}.$$

Packwagen.

$$K_{vp} = [K_{up} + 0{,}01 \cdot v_p \cdot K_{ap}] \cdot \frac{F_{stp}}{D_{stp}}$$

$K_{up} = 200$ *M* $\qquad F_{stp} = F_{stw}$

$v_p = 10\%$ $\qquad D_{stp} = 4300$

$K_{ap} = 4400$ *M*

$$K_{vp} = [200 + 0.01 \cdot 10 \cdot 4400] \cdot \frac{(T + T_{st} + 40)}{4300} = 0{,}1 + + 0{,}0025 \cdot (T + T_{st}).$$

Das zu $K_l$ gehörige hier mitbehandelte Glied $0{,}6 \cdot R \cdot T_{st} \cdot k_b$ beträgt $0{,}6 \cdot 3{,}9 \cdot 0{,}027 \cdot T_{st} = 0{,}063 \cdot T_{st}$.

Zieht man die Gleichungen der einzelnen Kostenanteile zusammen, so erhält man:

$$K_z = \underbrace{35 + 0{,}19 \cdot T + (2{,}8 + 0{,}07 \cdot T) \cdot \frac{G_w}{1000} + (1{,}06 + 0{,}02 \cdot T) \cdot \frac{b_r}{100} \cdot \frac{G_w + 10}{1000}}_{K_{z1}} + \underbrace{\left(0{,}19 + 0{,}07 \frac{G_w}{1000} + 0{,}027 \cdot \frac{b_r}{100} \cdot \frac{G_w + 10}{1000} + 0{,}063\right) \cdot T_{st}}_{K_{z2}}.$$

Diese Gleichung wurde in Schaubild Textabb. 5 bildlich dargestellt. Hierbei wurde in der Gleichung für $K_{z2}$ für $b_r$ wegen des sehr geringen Einflusses dieser Gröfse ein Mittelwert eingesetzt.

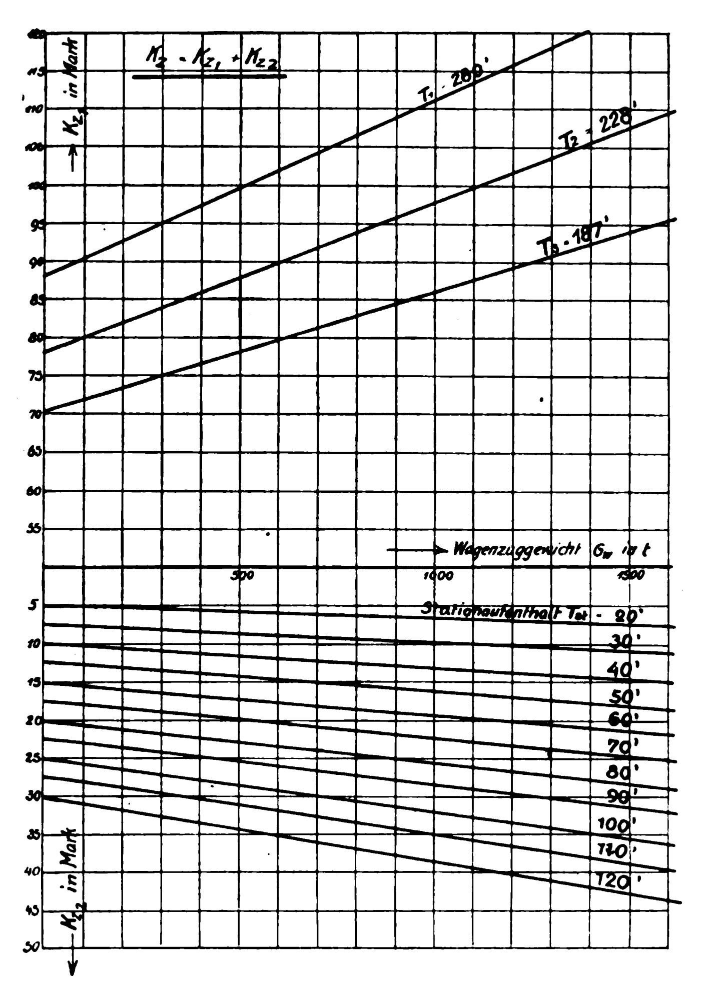



Abb. 5.

Die Beförderungskostentafeln nach Muster Textabb. 2 u. 4 werden auf der Grundlage des Laufwiderstandes

$$w = 2 + \frac{V^2}{2000}$$

eines Wagenzuges gemischter Zusammensetzung mit einem durchschnittlichen Gewicht eines Wagens von rund 16 t berechnet.

Die gleichen Tafeln können aber auch für Züge besonderer Zusammensetzung, deren Laufwiderstand einer beliebigen anderen Widerstandsformel $(c_1 + c_2 . V^2)$ entspricht, verwendet werden, wenn das Gewicht $(= G_{wb})$ dieses Zuges besonderer Zusammensetzung in das Gewicht eines Zuges gemischter Zusammensetzung umgerechnet wird, der den gleichen Laufwiderstand hat. Es mufs also sein:

$$G_w . \left(2 + \frac{V^2}{2000} + i_m\right) = G_{wb} . (c_1 + c_2 . V^2 + i_m).$$

$i_m . L$ ist die aufser der Laufwiderstandsarbeit für je eine Tonne Zuggewicht aufzuwendende Lokomotivarbeit. Aus den Ergebnissen der Streckendurchrechnung ergibt sich:

$$i_m = \frac{A_l}{L . (G_l + G_p + G_w)} - \frac{W_l + W_p + W_w}{G_l + G_p + G_w}.$$

Die Laufwiderstandssumme $(W_l + W_p + W_w)$ ist für die nach der Durchrechnung erhaltenen Fahrgeschwindigkeit V zu bestimmen.

Aus vorstehender Gleichung ergibt sich:

$$G_w = G_{wb} . \frac{c_1 + c_2 V^2 + i_m}{2 + \frac{V^2}{2000} + i_m} = c_b . G_{wb}.$$

Es wird z. B. bei $i_m = 0$

für einen Leerwagenzug $\left(w = 2 + \frac{V^2}{1000}\right)$,

für V = 40 und $G_{wb} = 1200$: $G_w = 1,29 . 1200 = 1548$ t,

für einen vollbeladenen Kohlenwagenzug $\left(w = 2 + \frac{V^2}{4000}\right)$,

für V = 40 und $G_{wb} = 1200$: $G_w = 0,86 . 1200 = 1030$ t,

d. h. die Beförderungskosten des Leerwagenzuges $G_{wb} = 1200$ t sind aus den Schaulinien für $G_w = 1548$ t und die des Kohlenwagenzuges $G_{wb} = 1200$ t aus den Schaulinie für $G_w = 1030$ t abzulesen.

Diese Vergleichswerte können aus Schaubildern nach Textabb. 6 abgelesen werden.

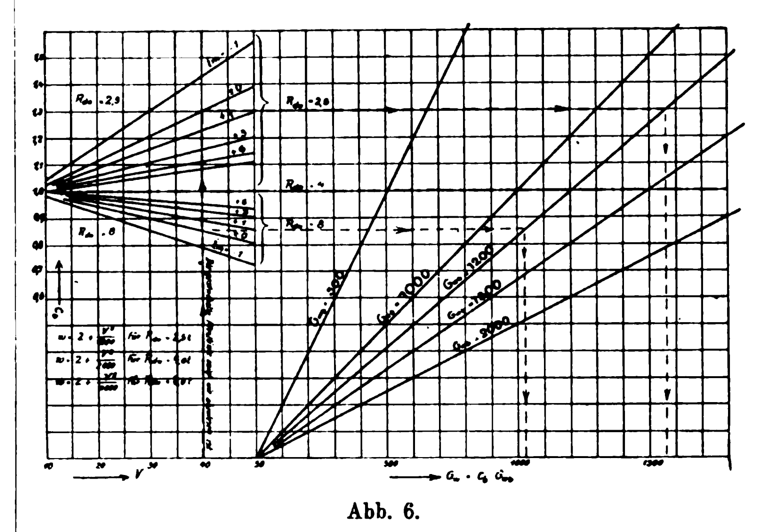


Abb. 6.

**Anwendung der Beförderungskostentafeln für die Berechnung der virtuellen Länge.**

Für die Beförderung einer Verkehrslast von 1300 t erwachsen bei einer Höchstgeschwindigkeit von 45 km/Std. auf der 100 km langen ebenen geraden Strecke Mindestbeförderungskosten von $K_v = 1950$ ℳ (die Berechnung wurde nach dem gleichen Verfahren für ausgelastete Heifsdampf-Zwillingslokomotiven der bayerischen Gattung G 3/4 durchgeführt).

Die Beförderung der gleichen Verkehrslast mit derselben Höchstgeschwindigkeit erfordert auf der 137 km langen Strecke München—Laim—Augsburg—Treuchtlingen nach den Textabb. 2, 3, 4, 5 unter Verwendung von Lokomotiven der Gattung G 12 ein K = 3097 ℳ.

Die virtuelle Länge dieser Strecke ist demnach

$$L_v = 100 . \frac{3097}{1950} = 159 \text{ km}.$$

Die Mehrkosten für etwaige Halte in Zwischenstationen können durch Zuschläge berücksichtigt werden.

Es bezeichnet

$l_b$ die Bremsstrecke in Metern,

$l_a$ die Anfahrstrecke in Metern, bis zu dem Punkte der Strecke, wo die Geschwindigkeit des durchfahrenden Zuges wieder erreicht wird,

$t_a$ und $t_b$ die zugehörigen Fahrzeiten in Sekunden,

$t_d$ die Fahrzeit auf dem Streckenabschnitt $(l_a + l_b)$ bei Durchfahrt,

$B_h$ den Brennstoffverbrauch auf dem Streckenabschnitt $(l_a + l_b)$ bei Anhalten,

$B_d$ den Brennstoffverbrauch für die gleiche Strecke bei Durchfahrt,
$A_{lh}$ die Lokomotivarbeit auf dem Abschnitte $(l_a + l_b)$ bei Anhalten,
$A_{ld}$ jene für Durchfahrt,
$A_{bh}$ die Bremsarbeit für das Anhalten,
$A_{bd}$ jene für Durchfahrt,
dann ist für diesen Halt
der Kohlenmehrverbrauch $= B_h - B_d$,
die Mehrarbeit der Lokomotive $= A_{lh} - A_{ld}$,
die Mehrung an Bremsarbeit $= A_{bh} - A_{bd}$,
die Mehrung an Fahrzeit $= \frac{t_d - (t_a + t_b)}{60}$
in Minuten.

(Der Stationsaufenthalt $T_{st}$ ist hier nicht einzusetzen.)

Der hiernach zu machende Zuschlag zu den Beförderungskosten kann aus Schaubildern nach Textabb. 7 abgelesen werden, wenn für drei verschiedene Wagenzuggewichte und Geschwindigkeiten die Werte berechnet werden.

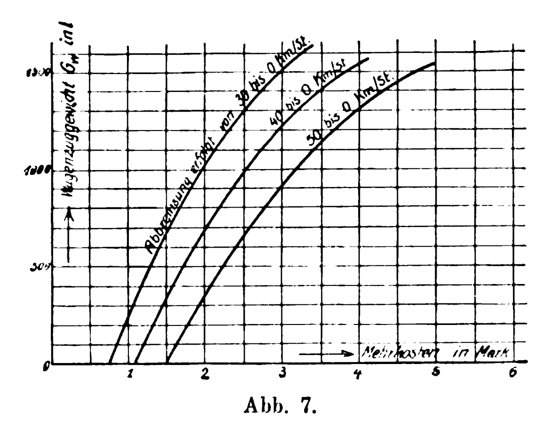


Abb. 7.

Die Zwischenhaltestellen mit ähnlichen Anfahrverhältnissen können in eine Gruppe zusammengefafst werden, so dafs Schaubilder für die Kosten des Anhaltens nur für einige Gruppen und für die wichtigsten Lokomotivgattungen aufzuzeichnen sind.

Bei gröfseren Verkehrsverlegungen von längerer Dauer ist noch zu beachten, dafs der Wert $K_o$ nicht nur für die auf der Strecke $L_2$ nach der Verlegung noch vorhandene Verkehrsbelastung $V'_{B2}$, sondern auch für die auf der Strecke $L_1$ noch verbleibende Verkehrsbelastung $V'_{B1}$ bestimmt werden mufs. In solchen Fällen müssen die gesamten Zugförderungskosten der beiden Strecken vor und nach der Verlegung miteinander verglichen werden, um den wirtschaftlichen Einflufs der Verlegung einwandfrei zu ermitteln.

Bezeichnet $K_1$ und $K_2$ die Kosten für die Beförderung von je 1000 Tonnen Wagenzuggewicht vor der Verlegung von $\varDelta V_B$ Tonnen von der Strecke $L_1$ auf die Strecke $L_2$, $K'_1$ und $K'_2$ die gleichen Kosten nach der Verlegung, so gibt der Unterschied der Beförderungskosten $\varDelta K$ für die gesamte Verkehrsbelastung vor und nach der Verlegung den wirtschaftlichen Vorteil der Verkehrsverlegung an.

$$\varDelta K = \left(\frac{V_{B2}}{1000} . K_2 + \frac{V_{B1}}{1000} . K_1\right) - \left(\frac{V_{B2} + \varDelta V_B}{1000} . K'_2 + \frac{V_{B1} - \varDelta V_B}{1000} . K'_1\right).$$

Die Werte $K_1$, $K_2$, $K'_1$, $K'_2$ sind den Beförderungskostentafeln für die zugehörigen Verkehrsbelastungen $V_B$, Lokomotivgattungen und Fahrzeiten zu entnehmen.

Sollten sich die $K_c$-Kostenanteile der Strecken $L_1$ und $L_2$ infolge der Verlegung von $K_{c1}$ auf $K'_{c1}$ und von $K_{c2}$ auf $K'_{c2}$ (z. B. durch Mehr- oder Minderbedarf an Abfertigungs- und Rangierpersonal oder Stillegung von Verschiebebahnhöfen oder Auflassung oder Vergröfserung von Maschinenhäusern usw.) ändern, so ist die vorstehende Gleichung noch zu ergänzen durch das Glied

$$+ (K_{c1} + K_{c2}) - (K'_{c1} + K'_{c2}).$$

Würde durch die Verlegung der Verkehrsbelastung $\varDelta V_B$ eine wesentliche Verminderung der Zahl der Züge auf der Strecke $L_1$ und eine wesentliche Vermehrung auf der Strecke $L_2$ veranlafst, so ist zu berücksichtigen, dafs die Zahl der Wartestunden (= Zeit vom Bereitstellen der Wagen auf den Abfahrtsgleisen bis zur wirklichen Abfahrt des Zuges) für das Ansammeln in den Zugbildungsstationen sich ändert. Die hierdurch veranlafste Änderung des Kostenanteiles $K_{vw}$ mufs dann ebenfalls mit in Rechnung gestellt werden. Die Gleichung ist in diesen Fällen noch zu ergänzen durch ein Glied, das zu bilden ist durch Vervielfältigung der Kosten einer Wartestunde (= $k_{wst}$) mit dem Unterschied der Zahl der Wartestunden:

$$+ k_{wst} \frac{n_1 . V_{B1} + n_2 . V_{B2} - n'_1 . V'_{B1} - n_2 . V'_{B2}}{g},$$

worin

$$k_{wst} = \frac{K_{uw} + o . K_{ubr} + 0{,}01 . (v_w . K_{aw} + o . v_{br} . K_{abr})}{365 . 24},$$

Es bezeichnet darin
$n_1$ und $n_2$ die Zahl der durchschnittlichen Wartestunden eines Wagens in den Zugbildungsstationen der Strecken $L_1$ und $L_2$ vor der Verlegung,
$n'_1$ und $n'_2$ jene nach der Verlegung,
$o$ das Verhältnis der Zahl der Bremswagen zur Gesamtzahl der Wagen.
Übrige Bezeichnungen siehe 1. Teil.

Die Mehrung oder Minderung an Wartestunden wie überhaupt aller sonstigen Zeitkosten (Textabb. 5) übt selbstverständlich einen Einflufs auf die wirklichen Gesamtausgaben nur dann aus, wenn der anfallende Verkehr bei den Ausnützungsziffern ($D_{stl}$, $D_{stp}$ usw.), die den Mafsstab für die Berechnung der Zeitkosten gebildet haben, mit dem vorhandenen Fahrpark und Personalstand nicht mehr bewältigt werden kann. Solange dagegen Fahrpark und Personal bei diesen Ausnützungsziffern ausreicht oder nicht voll ausgenützt ist, wirken die Zeitkosten als feste Kosten und es können lediglich bei den Wegkosten (Textabb. 2, 3, 4) die Gesamtausgaben für die Frachtbeförderung durch Fahrplanmafsnahmen beeinflufst werden. Bei einer Verkehrszunahme oder bei einem Verkehrsrückgang von längerer Dauer müssen deshalb auch die in den Fahrplänen angewendeten Fahrzeiten daraufhin nachgeprüft werden, ob sie den im vorliegenden Falle für die Wirtschaftlichkeit mafsgebenden Gesichtspunkten noch entsprechen.

# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

## Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

### Vorschlag einer neuen Fassung der Vorschriften für die Gestaltung der Bettung auf neuen Bahnen in Rufsland.

Der Gestaltung und Beschaffenheit der Bettung wurde in Rufsland von allem Anfange des Bahnbaues her meist zu geringe Aufmerksamkeit gewidmet. Diese Vernachlässigung hatte auf einer bedeutenden Überzahl der russischen Bahnen, besonders auf den Bahnen des mittleren, östlichen und teilweise auch des südlichen Rufslands zur Folge, dafs hier eine sehr feine, vom Wind leicht verwehbare Bettung angewendet wurde, die keineswegs entspricht und in nicht geringem Grade zur Erhöhung der Unterhaltungskosten der Gleise und des Fahrparkes beiträgt. Um den schädlichen Einflüssen derartiger Bettung auf den Fahrpark entgegenzuwirken, aber auch die Bettung vor Verwehung durch den Wind und Auswaschen durch

Wassergüsse zu bewahren, decken manche russische Bahnen die feine Sandbettung mit einer dünnen Schotterdecke (von 0,03 bis 0,04 Saschen = 6,4 bis 8,5 cm Stärke) ab, eine halbe Mafsnahme, die bei der Bahnunterhaltung viel Schwierigkeiten und bedeutende Kosten herbeiführt und doch ihrem Zwecke nicht gerecht wird.

Professor K. A. Oppenheim veröffentlicht in „Technika i Ekonomika Putej Soobschenja" 1923 Nr. 11 einen Vorschlag einer neuen Fassung der Vorschrift für die Gestaltung und Beschaffenheit der Bettung, wie solche in § 55 der „Technischen Bedingungen für den Bau neuer Eisenbahnen" in Rufsland enthalten ist. Der Vorschlag fafst in seiner Begründung so viel Stoff aus dem technischen Schrifttume und den Erfahrungen aller Länder zusammen und gibt dabei so manche bedeutsame Hinweise auf russische eigentümliche Verhältnisse, dafs er gewifs auch bei uns Aufmerksamkeit auf sich ziehen wird. Der § 55 der technischen Bedingungen für Planung und Bau von Hauptbahnen der (russischen) Regelspur soll nach dem Vorschlage lauten:

Bettungsschichte. Die Bettungsschichte auf Hauptbahnen soll aus Schotter bestehen, der aus natürlichem, hartem, nicht verwitterndem Stein (Basalt, Quarz, Diorit, Porphyr, Grauwacke, Granit) hergestellt ist oder aus künstlichem Schotter aus gebranntem Ton, der den Schotter aus natürlichem Stein besonders erfolgreich bei nassem, feuchtem Bahnkörper ersetzt. Der Schotter soll in der Unterschichte das Mafs nicht unter 3 cm und nicht über 6 cm haben, wobei es jedoch wünschenswert ist, dafs die Schotterstücke in jedem einzelnen Falle unter einander sich um kein gröfseres Mafs als 1 cm unterscheiden. In der oberen Schichte soll der Schotter zum Zwecke besserer Unterkrampung der Schwellen kleinere Ausmafse haben und zwar 1,5 bis 3 cm. Bei der äufsersten, aus örtlichen Verhältnissen entspringenden Schwierigkeit der Beschaffung der Bettung aus vorbezeichnet beschaffenen Stoffen kann, mit Ausnahme der Tunnels, in denen die Verwendung von Schotterbettung bindend ist, angewendet werden: Schotter aus hartem Sandstein der vorangegebenen Ausmafse, aus Gerölle, das durch ein Sieb von 8 cm Maschenweite geht, Kiessand mit 1 bis 3 cm Korngröfse, der womöglich 12 bis 14 v. H. geschlagenes Geröll enthält und mit 20 bis 25 v. H. grobem Sand durchmischt ist, und schliesslich gewöhnlicher grober Sand mit 0,5 bis 1 mm Korngröfse, möglichst rein und jedenfalls nicht über 10 v. H. Lehm und erdige Bestandteile enthaltend.

Die Höhe der Bettungsschichte (bis zur Oberfläche der Schwellen) soll auf freier Strecke in Abhängigkeit von der Art der Bettung und der Beschaffenheit der Unterlage der nachfolgenden Zusammenstellung entnommen werden:

| Beschaffenheit der Unterlage | Art der Bettung | Schotter | Geröll, Kies, grober Sand |
|---|---|---|---|
| | | Höhe der Bettungsschichte in Metern | |
| gut . . . . . . | Gestein, Schotter, Geröll, Grobsand, | 0,45 | 0,45 |
| mittelgut . . . . | Mittel- oder Feinsand und Lehmsand | | 0,50 |
| wenig entsprechend | lehmig, überhaupt bindend | 0,55 | 0,60 |

In Stationen können bei allen diesen Höhen 5 cm in Abzug gebracht werden.

Die Breite der Bettung auf Schwellenoberkante ist auf freier Strecke anzuwenden: a) auf eingleisigen Bahnen: bei Schotterbettung 3 m, bei anderer Bettung 3,10 m; b) auf zweigleisigen Bahnen: bei Schotterbettung 6,8 m, bei anderer Bettung 6,9 m.

Die Böschung der Bettungsschichte ist bei Schotter einmalig und bei anderer Bettung anderthalbmalig anzulegen.

Die Bettung soll im allgemeinen über Schwellenoberkante nicht aufgehäuft werden; nur in Gegenden mit geringer Regenhöhe (nicht > 30 cm im Jahre) und mit ständigem Sonnenbrand ist es, sofern nur keine Gefahr der Verwehung der Schienen mit Sand oder Schnee besteht, zur Verhütung des Reifsens der Schwellen zulässig, deren Oberfläche (zwischen und aufserhalb der Schienen) mit 5 bis 6 cm Bettung abzudecken.

Die Breite der Anfüllung der Schwellenenden mit Bettung (Abstand der oberen Bettungskante vom Schwellenende) ist auf russischen Hauptbahnen, unabhängig von der verwendeten Bettung, zu 0,1 Saschen = 0,21 m festgesetzt. Dr. Saller.

**Vulkanisation von Buchenschwellen auf den transkaukasischen Bahnen.**

In Rufsland erregt seit einigen Jahren die Schwellentränkung nach dem Verfahren von Professor Gulenko auf den transkaukasischen Bahnen die gröfste Aufmerksamkeit und es dürften sich auch unsere Fachkreise für die Sache interessieren. Die Vulkanisation der Schwellen nach Gulenko besteht darin, dafs die Schwelle auf dem Wege der Erhitzung bis zu einem bestimmten Wärmegrade aus sich selbst harzige Stoffe absondert, mit denen sich die Schwelle selbst tränkt oder besser gesagt selbst verharzt. Die neuesten Nachrichten besagen, dafs im August vorigen Jahres auf den transkaukasischen Bahnen eine Fabrik für Vulkanisation von Buchenschwellen nach dem Verfahren von Professor Gulenko eröffnet wurde. Gegenwärtig leistet die Fabrik als Regel 400 Schwellen für den Arbeitstag in 2 Schichten. Die Fabrik ist aus einer früheren Schwellentränkungsanstalt umgebaut und hat daher viele Mängel, von denen sich ein Teil im Laufe der Zeit wird beseitigen lassen. Bei allen Mängeln der Fabrik, von denen die hauptsächlichsten das Fehlen guter Kleinwagen, der Mangel an Gleisen, ungenügende Motorkraft, Fehlen vieler mechanischer Hilfsmittel, die von Hand ersetzt werden müssen u. a. sind, stellen sich die Kosten der Vulkanisation einer Schwelle auf 31 Kopeken, während die Tränkung einer Schwelle mit Chlorzink in der benachbarten Fabrik der Bahn 53 Kopeken kostet. Dieser Umstand spricht offenbar zugunsten der Vulkanisation, um so mehr als sich die Tränkung mit Chlorzink auf Buchenschwellen nicht anwenden läfst und die Hauptmasse der transkaukasischen Wälder, soweit sie zur Herstellung von Schwellen geeignet sind, aus Buchen besteht. Augenblicklich bekommen die transkaukasischen Bahnen genügend vulkanisierte Schwellen. Sie haben daher Versuchsstrecken verlegt und es werden Beobachtungen im Betriebe gemacht. Wenn die Laboratoriumsversuche in Wirklichkeit bestätigt werden, so besteht volle Aussicht, dafs die transkaukasischen Bahnen dank dem Verfahren von Professor Gulenko auf immer mit billigem Schwellenholz versorgt sein werden.

Derartigen Lobeserhebungen und Anpreisungen, denen die russische Fachpresse noch verschiedene ähnliche beigesellt, stehen allerdings auch Presseäufserungen zur Seite, die die Sache sehr zweifelnd beurteilen. Die Versuche mit der Vulkanisation seien bisher noch viel zu bescheidenen Umfanges. Ob die Ausscheidung von eigenen Harzstoffen aus dem Buchenholz genügt, stehe noch keineswegs fest und es sei gegenüber solchen noch nicht genügend erprobten Verfahren doppelte Vorsicht nötig. Die Verharzung dringe auch nur 3 cm bei der Vulkanisation ein und die Frage, wie sich der innere Teil insbesondere beim Auftreten von Rissen verhalte, sei noch ungeklärt. Dr. S.

# Bücherbesprechungen.

**Laminated Springs** by T. H. Sanders, M. I. Mech. E., M. I. & S. I., Sheffield. Verlag: The Locomotive Publishing Co., Ltd. und Spon and Chamberlain, London und New York. 509 Seiten. Preis 25 sh.

Das Werk ist entstanden aus einer Reihe von Aufsätzen über Eisenbahnblattfedern in The Locomotive Railway Carriage and Wagon Review.

Nach einer kurzen Aufführung der hauptsächlichen Anordnungsformen wird mit einfachen Mitteln die Festigkeit des rhombischen und parabolischen Balkens entwickelt und die Durchbiegungsformel behandelt. Viel Raum wird den Fehlern gewidmet, die bei vereinfachenden Annahmen auftreten können, (senkrechte Durchbiegung statt bogenförmige). Schliefslich wird eine Hauptformel für die Einheitsdurchbiegung aus den beiden Grenzfällen Rechteck und Rhombus gewonnen, wonach die üblichen Verhältnisse zwischen Prüflast und Arbeitslast festgelegt werden. Der theoretische Teil schliefst mit der Anführung der wichtigsten Formeln von Molesworth, Remington, Goodmann, Machinerys Handbook, Meyer sowie Leitzmann und von Borries, die alle denselben Hauptlinien folgen und sich hauptsächlich in der Berücksichtigung der gestreckten Bogenlänge unterscheiden. Der Vergleich wird dadurch etwas erschwert, dafs die jeweiligen Urausdrücke beibehalten werden.

Weiter folgen Betrachtungen über die verschiedenen Stahlsorten und ein Vergleich der verschiedenen Beanspruchungen und Prüfarten in England, Amerika und auf dem Festland. Die Schaulinien der Beanspruchung und biegenden Momente der Federn werden dann entsprechend der Ausführungsformen unter Berücksichtigung der Schlitze, Führungswarzen, Zuspitzung der Enden durchgearbeitet, ferner das Arbeitsvermögen und Gewicht in ihren gegenseitigen Beziehungen und endlich die Eigenschwingungen.

Den Schlufs des ersten Teils bilden Durchrechnungen der Durchfederung einer Reihe von Ausführungsformen, allgemeine konstruktive Bemerkungen über den Entwurf, Arbeitsgang, Gewichte, Kosten und endlich Schaulinien und Zusammenstellungen als Entwurfsbeihilfen.

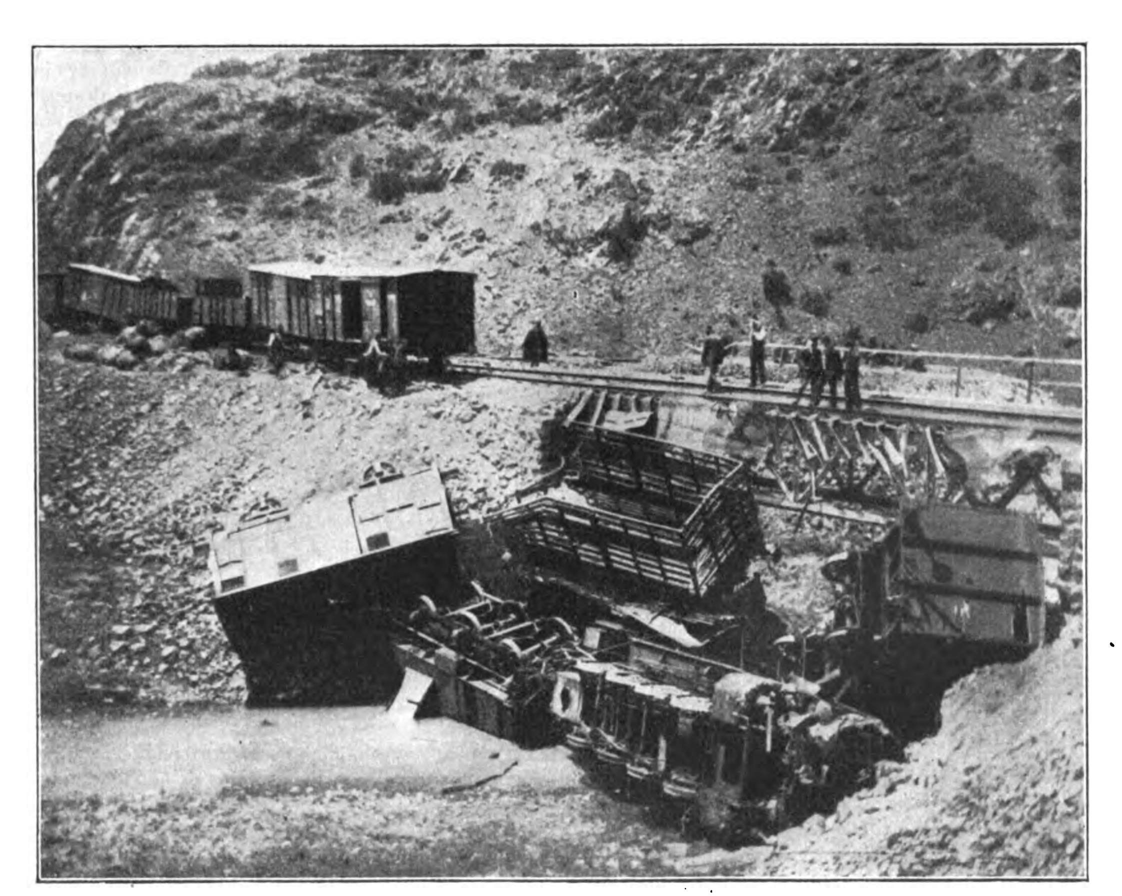
Der zweite Hauptteil umfast die praktischen Gesichtspunkte der Werkstatt bei der Herstellung. Zunächst Gewinnung und Zusammensetzung der meist verwendeten Stahlsorten — entgegen dem Gefühl manches festländischen Ingenieurs tritt der Verfasser für den britischen sauren Bessemerstahl als den besten ein —, Querschnitte und Walzvorgang, Fehlergrenzen der Abmessungen. Sodann wird der Arbeitsvorgang der eigentlichen Federschmiede in ausführlicher Weise unter Berücksichtigung der verschiedenen Ausführungsarten, Hilfseinrichtungen, Maschinen usw. behandelt.

Das Werk gibt einen klaren Einblick in die hochentwickelte englische Feder-Industrie und dürfte wohl das einzige sein, das die Blattfedern nach Berechnung und Herstellung so eingehend behandelt. Wenn auch nach deutschen Anschauungen der rechnerische Teil, der sich nur auf die grundlegendsten Entwicklungen aufbaut, in einem so umfangreich angelegten Buch noch etwas tiefer behandelt sein könnte, so bietet doch die aus allen Teilen herausblickende ausgereifte Praxis andererseits eine völlige Entschädigung. Wentzel.

## Zuschriften an die Schriftleitung.

Im Organ Heft 17 vom 15. 12. 24 findet sich die Beschreibung eines eigenartigen Unfalles in der R. B. D. Oldenburg, dadurch entstanden, dafs die Zuglokomotive in die noch nicht geschlossene Öffnung einer Flufsdrehbrücke fuhr.

Bei dem Lesen dieses Artikels fiel mir von den vielen Unfällen, die ich in zwanzigjähriger Eisenbahnpraxis in Deutschland und im nahen und fernen Orient, auch als Schiedsrichter und Experte gesehen und kennen gelernt habe, einer ein, der grofse Ähnlichkeit mit dem oben geschilderten hatte. Er spielte sich im Juni 1917 in Kleinasien ab. Vom Jahre 1915 ab bekamen die Anatolische und Bagdad Bahn in dem Mafse, wie der ägyptische, syrische und Irak-Kriegsschauplatz an Bedeutung zunahm, nach und nach rund 130 deutsche D-Güterzuglokomotiven G 8. Mit einer dieser Maschinen passierte das folgende Unglück. Die Anatolische Bahn durchfährt ungefähr auf der Strecke zwischen Eskischehir und Konia ein wildes Bergland, wo sich die Linie fast ohne Unterbrechung in starken Krümmungen und Steigungen in tiefen Einschnitten, Brücken und Tunnels hinzieht. Kurz vor einer der vielen Brücken, dicht hinter einem Einschnitt war eine Schiene gebrochen. Eine der Streckenarbeitergruppen war dabei, diese zwischen zwei Zügen auszuwechseln. Die Strecke war durch die Leute vorschriftsmäfsig mit rotem Signal gedeckt; aufserdem waren Knallkapseln gelegt; wie sich später herausstellte, leider nicht in genügender Entfernung von der Arbeitsstelle. Die benachbarten Stationen waren von der aus türkischen und griechischen Arbeitern bestehenden Gruppe nicht benachrichtigt. Es wäre das auch mit grofsem Zeitverlust verbunden gewesen, weil die Entfernungen etwa 9 und 12 km betrugen. Man hoffte, die Schiene in kürzerer Zeit auswechseln zu können. Die Arbeit war auch beinahe beendet, als der nächstfällige Zug in Talfahrt sich näherte. Die Knallkapseln funktionierten, aber der Abstand um den Zug zum Stehen zu bringen war zu klein, vor allem auch, weil die Notbremssignale beim Getöse des langen Zuges in den Einschnitten nur von den ersten Bremsern gehört wurden. Beim Passieren der in der Fahrtrichtung rechts liegenden Unglücksschiene kippte diese um, wodurch die Maschine, neben den Schienen laufend, auf die Brücke kam. Die Maschine begann rechts von der Brücke abzugleiten, drehte sich im Falle und stiefs mit gewaltiger Wucht gegen das talwärts gelegene Brückenfundament. Das Bild zeigt, wie der Tender eine von der Maschine abweichende Drehung vollführt hat, wie die Brückenschwellen unter der darübergleitenden Lokomotive sich abgebogen, und die Wagen sich aufgetürmt haben.



Eisenbahnunfall auf der Anatolischen Bahn.

Dafs das rote Deckungssignal von dem tüchtigen armenischen Führer und seinen beiden türkischen Heizern, die bei der Talfahrt nicht viel zu tun hatten, nicht bemerkt wurde, hatte folgenden Grund. Bei der Untersuchung des Falles, zwei Tage später, sah ich nämlich das Signal von der fahrenden Lokomotive aus auch nicht. Es war von einem der türkischen Streckenarbeiter in ordnungsmäfsigem Abstande aufgestellt worden, zeichnete sich aber vom hellen Hintergrunde gar nicht ab. Den Hintergrund bildete nämlich ein Abhang der zu jener Zeit dicht mit in voller Blüte stehenden Mohnblumen übersät war. Das rote Signal war auf diesem herrlichen roten Hintergrunde beinahe nicht zu entdecken.

Das Maschinenpersonal blieb bis zuletzt auf seinem Posten; die beiden links auf der Lokomotive stehenden Heizer wurden zwischen Führerhaus und Kessel eingeklemmt und ertranken. Der rechts stehende Führer konnte erst nach vieler Mühe, hauptsächlich durch die intelligente Hilfe einiger hinten im Zuge mitfahrenden deutschen Soldaten aus seiner Lage befreit werden; doch war ihm die linke Hand und ein Teil des Unterarmes verbrannt. Widdecke.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

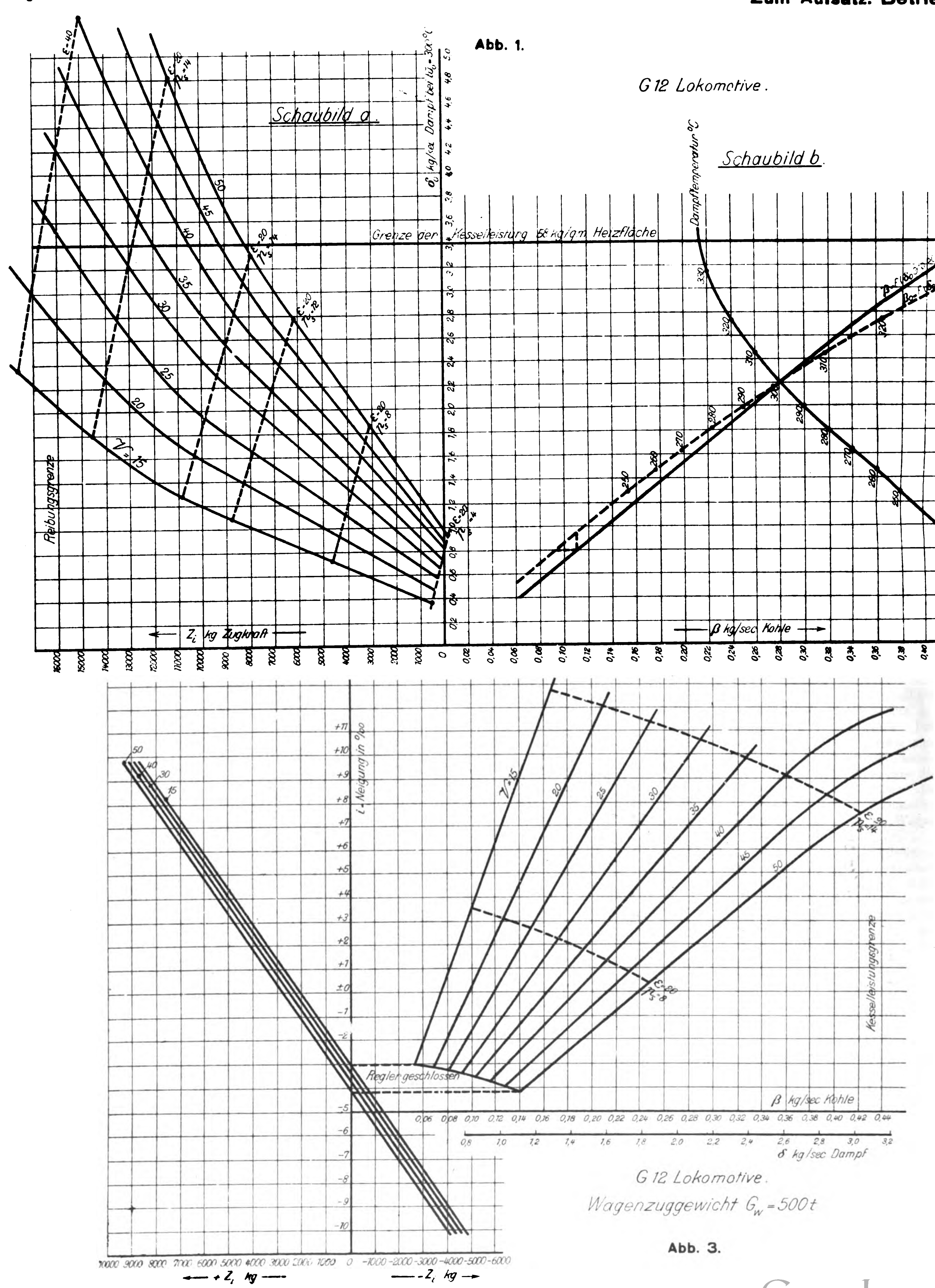



Abb. 1.

Abb. 3.

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

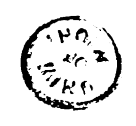
Abb. 2.

G 12 Lokomotive.

Abb. 4.

G 12 Lokomotive.
Wagenzuggewicht $G_w = 1300$ t

C.W.Kreidel's Verlag. München.



# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr.-Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr.-Ing. A. E. Bloss, Dresden.

80. Jahrgang | 30. August 1925 | Heft 16

## Lokomotivleistung, Zuglast und Fahrzeit.

Dr. Ing. **Georg Pfaff**, Reichsbahnrat in Dresden.

Die Ermittlung der Fahrzeiten, insbesondere der kürzesten Fahrzeiten, gründet sich in der Regel auf eine Höchstleistung der Lokomotive, die nach der günstigsten Dauerbeanspruchung des Kessels bemessen werden soll. Aus dieser Lokomotivleistung kann die Zugkraft Z und sodann mit einer Widerstandformel die Beschleunigung p in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit v bestimmt werden. Nimmt man die Dauerleistung der Lokomotive als unveränderlich an, so gelten folgende Beziehungen:

Lokomotivleistung $Zv = C$

Beschleunigende Kraft $Z - W = \frac{C}{v} - W = p\,\frac{G}{g}$

$$\frac{p}{g} = \frac{c}{v} - w$$

Mit der Streckenneigung n ist

$$\frac{p}{g} = \frac{c}{v} - (w + n)$$

Bezeichnungen:

Z *kg* Zugkraft der Lokomotive im betrachteten Streckenpunkt,
C *kgm/sek* Dauerleistung der Lokomotive,
W *kg* Widerstand des Zuges mit Lokomotive,
G *kg* Gewicht des Zuges mit Lokomotive,
g *m/sek*$^2$ Erdbeschleunigung,
p *m/sek*$^2$ Zugbeschleunigung.

Die kleinen Buchstaben z, w und c beziehen sich auf 1 *kg* Zuggewicht mit Lokomotive; es ist $z = \frac{Z}{G}$; $w = \frac{W}{G}$ und $c = \frac{C}{G}$.

Auf Grund der obigen Beziehung $p = f(v)$, die für jede Zugbelastung eine andere Linie der Zugbeschleunigung ergibt, kann man mit geschickter Benutzung der dynamischen Grundgleichungen $dv = p dt$, $ds = v dt$ und $dt = \frac{1}{v} ds$ die Fahrzeit t zeichnerisch oder rechnerisch bestimmen. Wenn man z. B. $\Delta v = p \Delta t$ schreibt und $\Delta t$ als kleinen Winkel mit den Schenkeln p auffafst, so können die Geschwindigkeitszuwüchse $\Delta v$ sofort aufgezeichnet und zur Geschwindigkeit v über den Wegzuwüchsen $\Delta s$ aneinandergetragen werden. Zugleich ergibt sich auch die Fahrzeit als die Summe der $\Delta t$. Die Abb. 1a und 1b zeigen den Zusammenhang dieser beiden Grundbeziehungen in einfachster Darstellung. In fast allen Verfahren, die von der Beschleunigung ausgehen, sind sie in dieser oder ähnlicher Weise verwendet worden. Gegen diese Art der Fahrzeitermittlung durch Zusammenfügung von Differenzen $\Delta v$ bzw. $\Delta t$ auf Grund der Beziehung $p = f(v)$ ist einzuwenden, dafs der Lokomotivführer nicht in der Lage ist die Dampfzuströmung nach der Beziehung $p = f(v)$ einzustellen. Er hat wohl meist nur eine geringe Ahnung von der Leistung seiner Lokomotive bei wechselnder Geschwindigkeit, und er merkt schliefslich den Eintritt der Höchstleistung nur daran, dafs beim Speisen des Kessels der Dampfbedarf nicht mehr gedeckt wird; er nimmt dann die Steuerung zurück, um die Leistung und somit den Dampfverbrauch zu verringern. Die eigentliche Fahrkunst des Führers soll zwar darin bestehen, dafs er das Dampfgeben nach der Geschwindigkeit und den Streckenverhältnissen regelt, aber die grobe Art der Regelung durch Steuerung und Dampfdrosselung gestattet ihm nicht, für irgend eine Geschwindigkeit auf einer bestimmten Streckenneigung eine gewünschte Höchstleistung oder gar eine bestimmte Beschleunigung zu erzielen. Viele Minuten lang kann z. B. die Beschleunigung fast unveränderlich bleiben, während die Geschwindigkeit wächst. Solange nämlich die Dampfzuströmung auf einer bestimmten Streckenneigung nicht geändert wird, bleibt auch die Beschleunigung in weiten Weg- und Zeitgrenzen unveränderlich. Mit anderen Worten: die Beschleunigung kann für jede Geschwindigkeit einen anderen Wert annehmen als die der Zuglokomotive zugesprochene Beziehung $p = f(v)$ anzeigt. Alle Verfahren der Fahrzeitermittlung, die von dieser Beziehung ausgehen, haben daher keinen Anspruch auf Genauigkeit.

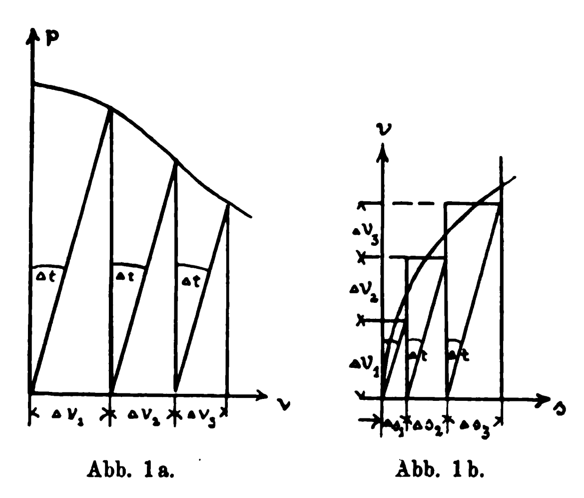


Abb. 1a. Abb. 1b.

Eine Ausnahme bildet das rechnerische Verfahren von Strahl*), in dem nicht der Wert von p selbst aus $p = f(v)$ sondern die erste Ableitung von v nach p benützt ist. Diese Ableitung $\frac{dv}{dp}$ nimmt Strahl, um zu einem integrierbaren Ausdruck zu kommen, als unveränderlich an. Das ist zwar nur annähernd zutreffend, denn $p = f(v)$ stellt nicht eine Gerade sondern eine hyperbelartig gekrümmte Linie dar, trotzdem ergibt das Verfahren brauchbare Fahrzeiten, weil diese viel weniger von der genauen Gestalt der Beschleunigungslinie abhängen als von der richtigen Gröfsenordnung der im betrachteten Streckenabschnitte einzuführenden Beschleunigungsarbeit. Zu diesem Zweck wird die Integralformel $t_2 - t_1 = -\frac{1}{b} \lg nat \frac{v_0 - v_1}{v_0 - v_2}$ benützt, in der b die unveränderliche Neigung der Beschleunigungslinie gegen die Geschwindigkeitsachse, $v_0$ die aus einer Tafel für $p = 0$ zu entnehmende Grenzgeschwindigkeit, $v_1$ die Anfangsgeschwindigkeit und $v_2$ die zu berechnende Endgeschwindigkeit im betrachteten Streckenabschnitte ist. Zum Gebrauche des Verfahrens müssen

*) Strahl, Glasers Annalen 1913, S. 86. (Nicht zu verwechseln mit dem nachgelassenen Verfahren Strahls.)

zunächst die Grenzbelastungstafeln — die übrigens das unmittelbare Ablesen der gröfsten Zuglasten nicht gestatten — für jede Lokomotivgattung angefertigt werden. Aufser dieser erschwerenden Vorbedingung sind dem Gebrauche auch die für jeden Streckenabschnitt gleicher Neigung erforderlichen Ziffernrechnungen sehr hinderlich.

Im Verfahren von v. Borries*) wird die unsichere Gröfse der Beschleunigung gänzlich vermieden, indem die wirklichen Zuggeschwindigkeiten zu einer einzigen, der »Grundgeschwindigkeit« des Fahrplanes, in Beziehung gebracht werden. Die wirkliche mittlere Geschwindigkeit in einem beliebigen Streckenausschnitte wird $v = \frac{v_0}{1+l}$ gesetzt, worin $v_0$ die »Grundgeschwindigkeit« **) und l den Streckenzuschlag bezeichnet. Das ist ein Kunstgriff, der einer Integration gleichkommt, denn $\frac{v_0}{1+l}$ kann als das Ergebnis des Ausdrucks $v = \frac{s_2 - s_1}{\int_{s_1}^{s_2} \frac{1}{v} ds} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$ aufgefafst werden. Die genaue Fahrzeit auf einem beliebigen Streckenstück $s_2 - s_1$ wird also immer aus $t_2 - t_1 = \frac{(s_2 - s_1)(1+l)}{v_0}$ erhalten, ohne dafs die wirklichen Fahrgeschwindigkeiten oder die Beschleunigungen zum Vorschein kommen. Damit für die unbekannten Beschleunigungsleistungen in den einzelnen Streckenstücken immer ein Kraftvorrat der Lokomotive übrig ist, mufs die Grundgeschwindigkeit $v_0$ stets kleiner gewählt werden als die Geschwindigkeit, die der Höchstleistung der Lokomotive auf der Wagrechten im Beharrungszustande entspricht. Diese Unsicherheit in der Festsetzung der Grenze von $v_0$ ist eine Schwäche des Verfahrens***), dessen Zweck ja gerade die höchste Ausnützung der Lokomotive sein soll. Trotzdem würde sich das inzwischen verlassene Verfahren wohl behauptet haben, weil für den Betriebsmann »Grundgeschwindigkeit« und »Streckenzuschläge« sehr bequem zu handhabende Gröfsen sind, aber die Herstellung der Belastungstafeln — in Form von Streckenzuschlagtafeln, aus denen die Zuglast abgesehen werden kann — ist zu umständlich. v. Borries hat für eine einzige Lokomotivgattung sechs Tafeln, enthaltend die Grundgeschwindigkeiten von 100 bis 50 *km/Std.*, angegeben, die leider ungenau sind, da sie mit zu hohen Widerstandswerten aus der Formel von Clark berechnet wurden. Die umfängliche Arbeit der Anfertigung neuer Tafeln und dazu die Unsicherheit in der Bemessung der Grundgeschwindigkeit nach der Lokomotivleistung verhinderten die allgemeine Einführung des sonst vorzüglichen Verfahrens.

Die bisher erwähnten Verfahren sind alle nur für die Ermittlung der Fahrzeit zugeschnitten. Im Betriebe wird aber nicht immer nach der Fahrzeit gefragt, sondern ebenso oft auch nach der Zuglast oder der Lokomotivgattung. Die zu lösende Aufgabe tritt also in folgenden drei Fragestellungen auf:

1) Gegeben Fahrplan und Lokomotive; gesucht die Zuglast.
2) Gegeben Fahrplan und Zuglast; gesucht die Lokomotive.
3) Gegeben Lokomotive und Zuglast; gesucht der Fahrplan.

Ein Verfahren, das diese Fragen aufs einfachste und genaueste beantwortet, hat Verfasser im Organ 1916, S. 226 unter »Zeichnerische Darstellung der Lokomotivleistung und der mit ihr zusammenhängenden Gröfsen« angegeben und durch Beispiele, die aus dem wirklichen Betriebe entnommen sind, erläutert. Im folgenden sollen die Haupteigenschaften dieses Verfahrens, die für den Betriebsmann von Belang sind, weiter erörtert werden. Wer das Verfahren benutzen will, möge aufser den folgenden Darlegungen auch den genannten, die vollständige Entwicklung enthaltenden Aufsatz durchsehen.

Das Verfahren beruht darauf, dafs sich ein genaues Bild jeder Zugfahrt geben läfst, wenn über den Höhen des zugehörigen Streckenschnittes die Geschwindigkeitshöhen $\frac{v^2}{2g}$ im Höhenmafsstabe des Streckenschnittes aufgetragen werden*). Durch Verbindung sämtlicher Endpunkte der aufgetragenen Geschwindigkeitshöhen $\frac{v^2}{2g}$ erhält man, wenn der Zug von einer Dampflokomotive gefahren wird, einen aus Geraden bestehenden, gebrochenen Linienzug, die Linie des Arbeitsvermögens, die im folgenden kurz als »Fahrlinie« bezeichnet ist. Für den Betrieb mit elektrischen Lokomotiven bleibt die Fahrlinie gerade, solange das Drehmoment unveränderlich ist.

Die verschiedenen Neigungen der aneinandergereihten Geraden entsprechen den Einstellungen der Dampfzuströmung zu den Zylindern, und weiter erhält man aus dieser Fahrlinie die Lokomotivleistung und die Neigung der Zeit-Weglinie in jedem Streckenpunkte durch eine einfache Linienverbindung, zu deren Aufzeichnung ein kleiner Zeichenwinkel und ein Millimetermafsstab genügen. Abb. 2 enthält alle Linien, die das Verfahren erfordert**).

Es ist, wenn die unveränderlichen Gröfsen 2g auf der Ordinate HE nach oben und $\frac{a}{b \cdot 2g}$ unten abgetragen (Endpunkte J bzw. F) ferner die durch Punkt E parallel zur Achse gezogene Strecke $ED = \frac{1}{b\,2g}$ gemacht wird: $\operatorname{tg} \varrho = \operatorname{tg} EDF = a + bv^2$ der der Geschwindigkeit v im betrachteten Streckenpunkt entsprechende Zugwiderstand (in *kg* für 1 *kg* Zuggewicht).

Errichtet man über HJ ein rechtwinkliges Dreieck mit der Spitze L auf DE, so wird die Höhe $LE = \sqrt{\frac{v^2}{2g} \cdot 2g} = v$.

Wenn demnach AE ‖ DF gezogen wird, ist $LA = v \operatorname{tg} \varrho = v(a + bv^2)$ die zur Überwindung der Widerstandsarbeit auf 1 *kg* Zuggewicht erforderliche Leistung.

Die Neigung der »Fahrlinie«, $\varphi$, entspricht der an der betreffenden Stelle vorhandenen Streckenneigung vermehrt um die dort vorhandene Beschleunigung (Änderung der Geschwindigkeitshöhe, bezogen auf 1 *kg* Zuggewicht). Die Strecke $LB = v \cdot \operatorname{tg} \varphi$ ist also die hierfür erforderliche Leistung.

Die Länge $AB = (z\,v)$ stellt somit die Leistung der Lokomotive in *kgm/sek* für ein *kg* Zuggewicht mit Lokomotive im jeweils betrachteten Streckenpunkte H dar.

Daher ist: $\frac{AB}{v} = \frac{Z}{G} = z$ *kg/kg* die für 1 *kg* Zuggewicht mit Lokomotive erforderliche Zugkraft.

Endlich gibt LJ, da $\operatorname{tg} \tau = \frac{2g}{v}$ ist, die Neigung der Zeit-Weglinie $t = f(s)$ an, da $\frac{dt}{ds} = \frac{1}{v}$ ist.

*) Organ 1905, S. 149.

**) Die Grundgeschwindigkeit $v_0$ bei v. Borries ist gleichbedeutend mit der Grenzgeschwindigkeit $v_0$ auf der wagrechten Strecke bei Strahl.

***) Auf diesen Mangel weist Strahl in Glasers Annalen 1913, S. 126 hin; auch v. Borries selbst hat ihn gekannt, was aus verschiedenen Äufserungen seiner Abhandlung zu schliefsen ist.

*) Von der Auftragung der Geschwindigkeitshöhen ist neuerdings auch in einem Aufsatz von Nufsbaum (Organ 1925, S. 1) Gebrauch gemacht worden.

**) Die Abb. 2 ist dieselbe wie die Abb. 6 im Organ 1916, S. 230. Versehentlich fehlt jedoch in dieser Abbildung die Linie des Streckenschnittes durch H, und die Bezeichnung „Streckenschnitt" ist an eine falsche Stelle geraten.

Alle Gröfsen werden in den technischen Mafseinheiten *kg-m-sek* gemessen. In der Regel kann der Mafsstab des vorhandenen Streckenschnittes benützt werden, doch ist aus später erläuterten Gründen für Personen- und Schnellzüge der Höhenmafsstab 1:1000 und der Längenmafsstab 1:100 000 und für Güterzüge der doppelte Mafsstab, Höhen 1:500, Längen 1:50 000 von Vorteil.

An den Brechpunkten der Fahrlinie findet eine plötzliche Leistungsänderung statt, bewirkt vom Führer durch die Änderung der Dampfzuströmung zu den Zylindern. Die beste Ausnutzung der Lokomotive ist offenbar dann vorhanden, wenn die in allen Brechpunkten der Fahrlinie für 1 *kg* Zuggewicht angezeigte Leistung $(z\,v) = \frac{Zv}{G}$ ist, also der Höchstleistung der Lokomotive (Z v) entspricht. Die in Klammern gesetzte Ziffer (z v) ist mithin eine dem betreffenden Fahrplan angehörende, ihn kennzeichnende Gröfse, die im folgenden mit »Leistungsziffer« des Fahrplans benannt werden soll. Sie hat im heutigen Eisenbahnbetrieb eine Gröfsenordnung von etwa 0,1 bis 0,3 *kgm/kgsek* und erscheint als Länge $\overline{AB}$ (Abb. 2) im Höhenmafsstab des Streckenschnitts, vergröfsert im Verhältnis der beiden Mafsstäbe des Streckenschnitts; für 1 : l = 1 : 100 000 und 1 : h = 1 : 1000 bewegt sich deshalb $\overline{AB}$ etwa zwischen den Grenzen 10 und 30 *mm*. Ist die Leistungsziffer (z v) eines Fahrplanes bestimmt, so ist auch der Fahrplan selbst, d. h. die Fahrzeit festgelegt, und das höchst zulässige Zuggewicht ist aus der Höchstleistung der Lokomotive (Zv) (die gröfser ist als die Dauerleistung) auf Grund der Beziehung $G = \frac{(Zv)}{(zv)}$ zu erkennen.

Die vormals sächsischen Staatseisenbahnen haben seit langem in den Fahrplanbüchern neben den Fahrzeiten die mafsgebende Steigung und eine »Geschwindigkeit zur Lastberechnung« angegeben. Beide den Fahrplan kennzeichnende Ziffern dienen zum Aufsuchen der Zuglasten für die verschiedenen im betreffenden Fahrplan verkehrenden Lokomotivgattungen mit Hilfe von Belastungstafeln. Dieses Lastermittlungsverfahren ist nur deshalb brauchbar, weil die Geschwindigkeit zur Lastberechnung, die ja nie mit der wirklichen Fahrgeschwindigkeit übereinstimmt, in jedem Einzelfalle nach Betriebserfahrungen so abgeschätzt worden ist, dafs sie zu dem betreffenden Fahrplan pafst. Es dürfte ersichtlich sein, dafs der Vorschlag, eine »Leistungsziffer« für jeden Fahrplan einzuführen, die alle für ihn mafsgebenden Werte einwandfrei vereinigt und eine äufserst einfache Lastberechnung gestattet, hiergegen einen Fortschritt bedeutet. Eine ähnliche Überlegenheit besteht auch gegenüber dem v. Borriesschen Verfahren der Lastbestimmung durch Grundgeschwindigkeit und Belastungs- bzw. Zuschlagtafeln.

Die Leistungsziffer ist ferner zur Bestimmung der Lokomotivgattung durch die Beziehung $(Zv) = G\,.\,(zv)$ geeignet. Dazu mufs man die höchste zulässige Nutzleistung (Z v) *kgm/sek* der Lokomotivgattung kennen. Die Abschätzung dieser Spitzenleistung nach der Gröfse der Rostfläche braucht nicht allzu peinlich vorgenommen zu werden, weil die Dampfabgabe stets eine Zeit lang auf Kosten des Wasservorrats des Kessels bestritten werden kann*). Die Spitzenleistung ist deshalb leichter abzuschätzen als die höchste Dauerleistung, auf die sich alle andern Verfahren der Last- und Fahrzeitermittlung stützen. Genügt die zur Verfügung stehende Lokomotive nicht der Beziehung $(Z\,v) = G_1\,(z_1\,v_1)$, so kann die Fahrzeit nicht eingehalten werden. Über die Gröfse der Fahrzeitüberschreitung gibt das Schaubild der Fahrlinie Aufschlufs. In Abb. 3 stelle der obere Zug die Fahrlinie eines Zuges vom Gewichte $G_1$ mit der Leistungsziffer $(z_1\,v_1)$ bei höchster Ausnutzung der Lokomotive dar. Zieht die Lokomotive einen schweren Zug $G_2 > G_1$ so

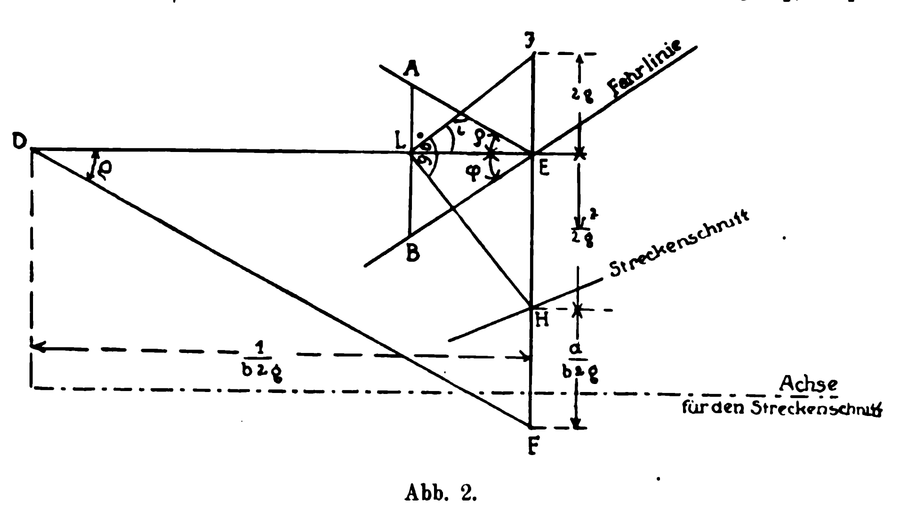
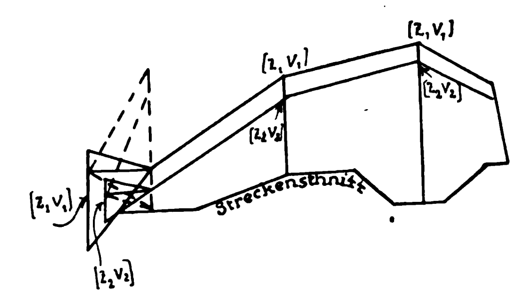



Abb. 2.

liegt die Fahrlinie für das Zuggewicht $G_2$ mit der Leistungsziffer $(z_2\,v_2)$ unterhalb der Fahrlinie für $G_1$. Mit Ausnahme der Anfahrlinie haben die Geraden der beiden Fahrlinien etwa gleiche Neigungen gegen die Streckenachse, weil sich der Führer beim Einstellen der Dampfzuströmung nach den Sreckenneigungen richtet.




Im Anfuhrabschnitt ist

$$G_1\,z_1\,v_1 = \frac{z_1}{z_2}\,.\,G_2\,z_2\,.\,v_2 \quad \text{daher } \frac{G_1}{G_2} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{t_1}{t_2}$$

Abb. 3.

Es ist also $z_2 \cong z_1 \quad G_1 = \frac{(Z\,v)}{(z_1\,v_1)} \quad G_2 = \frac{(Z\,v)}{(z_2\,v_2)}$

Daher $\frac{G_2}{G_1} \cong \frac{v_1}{v_2} = \frac{t_2}{t_1}$

Die Zuglasten verhalten sich ganz allgemein wie die Fahrzeiten. Im Anfahrabschnitt ist $z_2 < z_1$ und die Lokomotivleistung $G_2\,z_2\,v_2$ für jeden Punkt im Verhältnis $\frac{z_2}{z_1}$ kleiner als die Lokomotivleistung $G_1\,z_1\,v_1$, weil die Zugkraft der Lokomotive für jedes der beiden Zuggewichte gleich der gröfsten zulässigen ist, nämlich $(Z) = G_1\,z_1 = G_2\,z_2$. Dieses Zusammentreffen bewirkt, dafs die Beziehung $\frac{G_2}{G_1} = \frac{t_2}{t_1}$ auch für den Anfahrabschnitt richtig ist. Voraussetzung bei dieser Betrachtung ist, dafs die Bedingung: Gröfste Zugkraft $(Z) = G_2\,z_2$ erfüllbar ist; das gröfste noch fahrbare Zuggewicht $G_2$ wird dadurch nach oben begrenzt.

Es bleibt noch übrig, den Entwurf eines neuen Fahrplans zu erörtern, wenn dafür Lokomotive und Zuglast gegeben sind.

*) Für die Abschätzung der höchsten Nutzleistung verschiedener Lokomotivgattungen sind im genannten Aufsatz im Organ 1916, S. 231 Vorschläge gemacht.

Nachdem der Führer die Zuglokomotive mit voll ausgelegter Steuerung in Bewegung gesetzt hat, stellt er sofort die gröfste zulässige Füllung ein, und es beginnt der eigentliche Anfahrabschnitt, der im Schaubild als Gerade erscheint, die unter dem Winkel $C_1$ durch den Anfangspunkt der Fahrt ansteigt. Um sie zu zeichnen trage man zunächst im Nullpunkt an den Streckenschnitt den Winkel $\varrho_1$ aus $\operatorname{tg}\varrho_1 = a$ an (Abb. 4); für $l = 100\,000$ und $h = 1000$ ist die Winkelneigung $\frac{l}{h} \cdot a = 100a$. Darauf erreichte man im Abstande G (Zuggewicht) auf der Streckenachse eine Senkrechte und mache sie vom unteren Schenkel des Winkels $\varrho_1$ gemessen gleich der Länge (Z) (höchste Zugkraft*) vergröfsert im Mafsstabverhältnis $\frac{l}{h}$. Durch den Endpunkt von (Z) ziehe man vom Nullpunkte aus die Anfahrlinie bis zum Punkte der gröfsten Nutzleistung (Zv) für den sich die Leistungsziffer $\frac{(Zv)}{G} = (zv) = \overline{AB}$ (vergröfsert im Verhältnis $\frac{l}{h}$) ergibt. Dieser Punkt der gröfsten Leistung ist durch die aus Abb. 2 ersichtliche Linienverbindung mit Hilfe eines kleinen Zeichenwinkels mühelos zu finden. Die nun erforderliche Verkleinerung der Neigung der Fahrlinie mufs geschätzt werden, ebenso wie der Führer die Steuerung nach Schätzung zurücknimmt. Man hat sich hierbei wie der Führer nach dem Verlaufe der Streckenlinie zu richten und die Fahrlinie wiederum soweit zu ziehen, dafs die Leistungsziffer (zv) erreicht wird. Die Fahrlinie für den Leerlauf hat einen mit der Geschwindigkeit veränderlichen Neigungswinkel $\varrho$ aus $\operatorname{tg}\varrho = a + b v^2$, der ebenfalls zeichnerisch (Abb. 2) aus der Geschwindigkeitshöhe für jeden Streckenpunkt gewonnen wird. Die Leerfahrlinie ist schwach gekrümmt, wenn sie lang ist; in der Regel wird man sich mit einer Geraden begnügen können. Die Fahrlinie für die Bremsung ist unter dem für die Bremsverzögerung gewählten Winkel, dessen Tangente $\frac{p}{g}$ ist, zu ziehen, letzterer ebenfalls vergröfsert im Streckenmafsstabverhältnis $\frac{l}{h}$; wenn z. B. die Verzögerung $p = 0{,}5$ *m/sek*² gewählt wird, so ist für $l = 100000$ und $h = 1000$ die Neigung $\frac{0{,}5}{g}\frac{l}{h} = \frac{5}{1}$ aufzutragen.

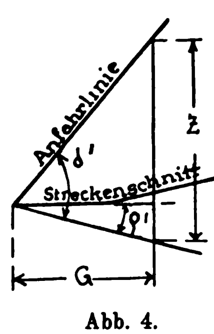



Abb. 4.

Nach dem Aufzeichnen der Fahrlinie, das einfacher ist als beschrieben werden kann, ist die Fahrzeit ebenfalls nach dem Linienzug der Abb. 2 zu finden. Da der Winkel $\tau$ in jedem Streckenpunkt, die Richtung der Tangente an die Zeit-Weglinie aufweist, könnte man die Tangenten in der Aufeinanderfolge der Streckenstücke $\varDelta s$ nach Art einer Seillinie zusammenreihen**). Bequemer aber gewinnt man die Zeit durch folgendes Vorgehen. Man errichte in jedem Neigungswechsel der Streckenschnitte und in jedem Brechpunkte der Fahrlinie Senkrechte auf die Streckenachse und suche die mittleren Winkel $\tau$ (Abb. 5), die zu den mittleren Geschwindigkeiten der entstandenen Streckenausschnitte gehören. Eine Nachrechnung ergibt, dafs die Lage der Geschwindigkeitshöhe für die wirkliche mittlere Geschwindigkeit in einem Streckenabschnitt von der mittleren Höhe so wenig abweicht, dafs es zeichnerisch nicht wahrzunehmen ist. Der Fehler wird erst merklich, wenn die gröfsere der beiden das Streckenstück begrenzenden Geschwindigkeitshöhen mehr als doppelt so grofs ist wie die kleinere. In diesem Falle ist eine weitere Unterteilung des Streckenabschnittes ratsam. Für den Anfahrabschnitt und den Bremsabschnitt ist dagegen nie die in der Mitte liegende Höhe zu benutzen sondern stets die wirkliche mittlere Geschwindigkeitshöhe, die hier vom Nullpunkt aus gemessen, im 4. Teil des Abstandes zwischen dem Nullpunkt und der begrenzenden Geschwindigkeitshöhe liegt. Die so gewonnenen Winkel $\tau$ dienen nun nach Abb. 5 zur Gewinnung der Zeit, indem Gerade, die unter diesen Winkeln $\tau$ gerichtet sind, aneinander gereiht werden. Ihre Endpunkte, die für die folgenden Geraden Anfangspunkte sind, liegen auf der Zeit-Weglinie. Das zeichnerische Aneinanderfügen unterbleibt und ist durch Ausmessen der Zeithöhen für jedes einzelne Streckenstück zu ersetzen, wenn der Platz auf dem Streckenschnittblatt beschränkt ist.

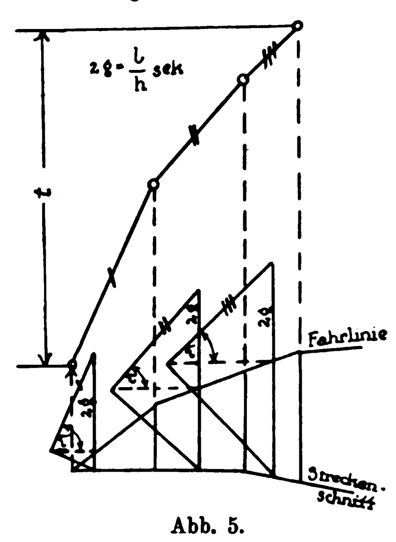



Abb. 5.

Zeitmafsstab ist die (im Höhenmafsstab des Streckenabschnittes zu messende) Gröfse 2 g, die soviele Sekunden anzeigt wie das Verhältnis $\frac{l}{h}$ der beiden Streckenschnittmafsstäbe beträgt; es ist nämlich $t = \frac{1}{2g}\int_0^s \frac{2g}{v}\,ds$ die Integralgleichung der Zeit-Weglinie und $y = \int_0^s \frac{2g}{v}\,ds$ eine Höhe der gezeichneten Zeit-Weglinie; setzt man in $t = \frac{1}{2g}\,ly$ die wirkliche Gröfse $2g = hy$, so wird $t = \frac{l}{h}$. Für $l = 100000$ und $h = 1000$ ist also der Zeitmafsstab $2g = 19{,}6$ *mm* $= 100$ Sekunden, ein sehr bequemes Mafs. Zudem gibt der für l und h angenommene Mafsstab deutliche Fahrtbilder für Schnell- und Personenzüge; für Güterzüge ist wegen der geringeren Geschwindigkeiten ein gröfserer Mafsstab erwünscht, wenn man auf grofse Genauigkeit Wert legt.

Bezüglich der Genauigkeit des Verfahrens könnte man fragen, ob nicht durch die Einführung der beim Dampfbetriebe nie vollkommen erfafsbaren Gröfsen: Zugkraft und Leistung einige Unsicherheit in das beinahe mathematisch scharfe Fahrbild hineingetragen wird. Zwar müssen die zur Aufzeichnung der Fahrlinie erforderlichen Zahlenwerte: gröfste zulässige Zugkraft (Z) und gröfste zulässige Leistung (Zv) abgeschätzt werden, doch wird dadurch die Genauigkeit kaum beeinträchtigt, da (Z) meist nur im Anfahrabschnitt und (Zv) nur an wenigen Streckenpunkten zur vollen Auswirkung gelangt. Wichtiger ist für das Ergebnis die Zuverlässigkeit der verwendeten Widerstandformel. Die Widerstandziffern eines nach dem Verfahren untersuchten betriebmäfsig verkehrenden Zuges finden sich wie gezeigt aus der Fahrlinie des Leerlaufs, wenn man das Widerstandgesetz $w = a + bv^2$ für den ganzen Verlauf der Fahrt als richtig voraussetzt; folglich hängt die Zuverlässigkeit der Leistungsziffer sowie überhaupt des ganzen Fahrbildes fast ausschliefslich von der Zuverlässigkeit dieses Gesetzes ab. Dasselbe gilt auch von der Genauigkeit mit der eine neue Fahrt entworfen werden kann. Es sei noch bemerkt, dafs $\sphericalangle\,\varrho$ in

*) Für die Abschätzung der höchsten zulässigen Zugkraft werden zweckmäfsig die Formeln der vormals sächsischen Staatseisenbahnen benutzt vergl. Organ 1916, S. 231.

**) Vergl. Organ 1916, Tafel 33.

Abb. 2 auch nach der Formel $w = tg\varrho = a + bv + cv^2$ gezeichnet werden könnte, doch wird von näheren Angaben hierüber abgesehen, weil zur Zeit die Formel $w = a + bv^2$ von den meisten Fachleuten anerkannt ist, so dafs das Verfahren allen Ansprüchen genügen dürfte. In Zukunft wird der elektrische Eisenbahnbetrieb die Frage des Widerstandgesetzes

Einzelheiten behandelt werden, um die bequeme Anwendungsweise zu zeigen. Gewählt wird das Beispiel, an dem Dittmann fünf Verfahren zur Ermittlung der Fahrzeit erläutert hat*).

Gegeben sind:

1. Der Streckenschnitt in den Mafsstäben $1:l = 1:100000$ und $1:h = 1:1000$ (Abb. 6).

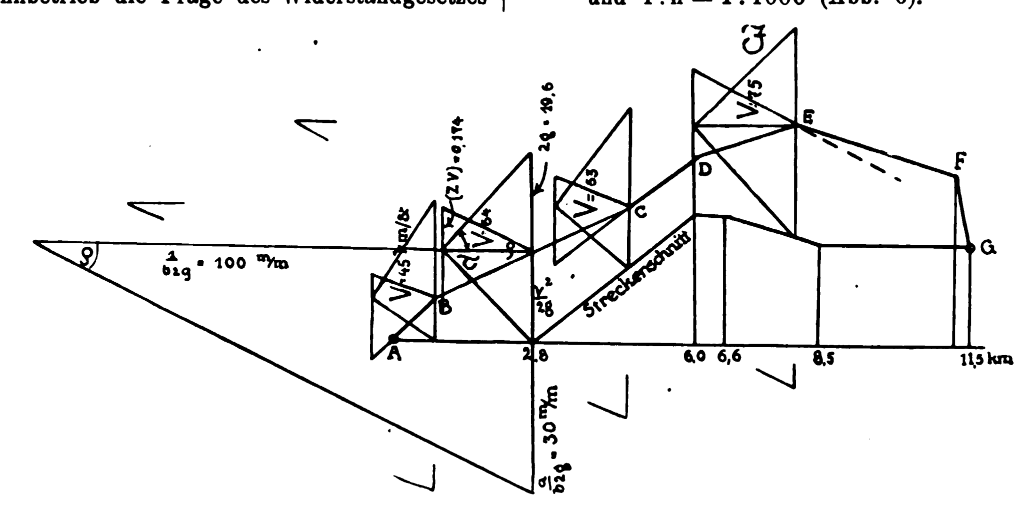



Abb. 6. Ermittlung der Fahrlinie aus Streckenabschnitt und Leistungsziffer (auf 2/3 verkleinert).

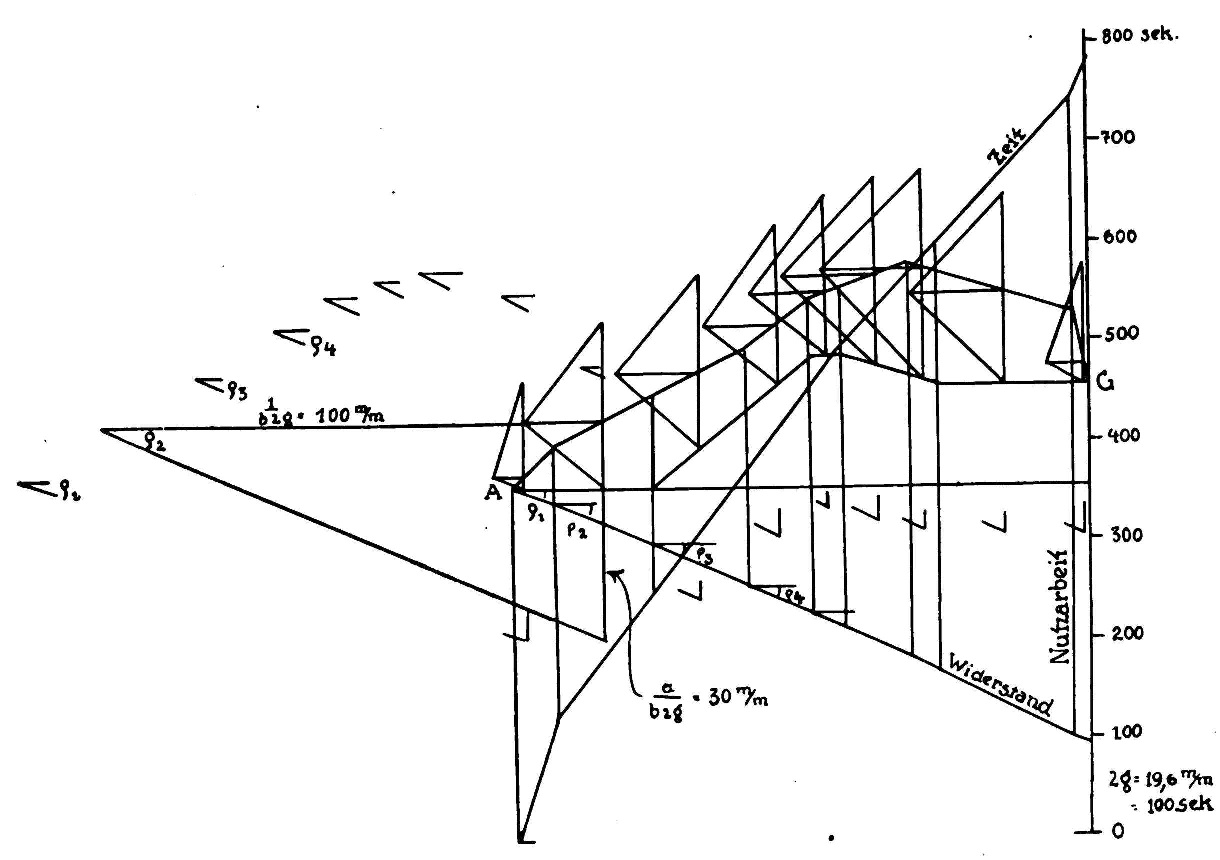



Abb. 7. Ermittlung der Fahrzeit und der Nutzarbeit aus der Fahrlinie (auf 2/3 verkleinert).

restlos klären, weil er es ermöglicht, die Leistung in jedem einzelnen Streckenpunkte genau festzustellen. Dabei wird das Auftragen der Fahrlinie nach dem vorliegenden Verfahren gute Dienste leisten.

Beispiel für die Anwendung:

Obgleich schon im Organ 1916, S. 226 zwei Beispiele aus dem wirklichen Betriebe für den Gebrauch des Verfahrens gegeben worden sind, soll noch ein einfacheres Beispiel ausführlich, jedoch unter Weglassung aller auf die Herleitung bezüglichen

2. Eine Lokomotive der Gattung P8, deren gröfste zulässige Leistung (Zv) = 92000 *kgm/sek* und
   » » » Zugkraft (Z) = 8500 *kg* ist.
3. Das Gewicht des ganzen Zuges mit Lokomotive G = 530000 *kg*.

*) Die Vorteile des Verfahrens kommen bei dem Beispiel nur wenig zur Geltung, weil die Höchstgeschwindigkeit zu gering ist, die Gestalt des Streckenschnittes zu wenig Abwechslung bietet und der zurückgelegte Weg zu kurz ist.

Als gegeben wird ferner angenommen:

4. Der Widerstand für 1 *kg* Zuggewicht $a + b v^2 = \operatorname{tg} \varrho = 0{,}003 + 0{,}000005\ v^2$.

Gesucht werden:

1. Die kürzeste Fahrzeit und
2. Der Arbeitsaufwand für die Fahrt, aus dem Kohlen- und Wasserverbrauch veranschlagt werden können.

Die Leistungsziffer des Fahrplanes beträgt nach den gegebenen Gröfsen: $(z\,v) = \frac{(Zv)}{G} = \frac{92000}{530000} = 0{,}174$ *kgm/kgsek*; im gewählten Mafsstabe ist ihre Länge 17,4 *mm*.

Zur zeichnerisch- und rechnerischen Darstellung der abzuleiteten Gröfsen sind erforderlich: harter Bleistift, Stechzirkel, kleiner Zeichenwinkel und ein Rechenschieber, der als Lineal für den Zeichenwinkel zum Abschieben der Paralellen benutzt wird.

### Die Ermittlung der einzelnen Abschnitte der Fahrlinie.
(Abb. 6.)

Fahrlinie AB (Anfahrabschnitt).. Man trage den Widerstandswinkel $\varrho$ mit der Neigung $\operatorname{tg} \varrho = 3:10$ an den Nullpunkt der Fahrt ($v = o$), ziehe in 53 *mm* Abstand von A und beginnend am unteren Schenkel des Winkels $\varrho$ eine Senkrechte von 85 *mm* Länge nach oben und sodann durch ihren oberen Endpunkt und den Nullpunkt eine Gerade, deren Neigung gegen den unteren Schenkel des Winkels $\varrho$ die gröfste zulässige Zugkraft $z = Z:G$ darstellt. Für einige Punkte dieser Geraden wende man den Linienzug der Abb. 2 an bis man die Länge der Leistungsziffer $(z\,v) = 0{,}174$ (= 17,4 *mm*) findet. In diesem Punkte B ist der Anfahrabschnitt beendet.

Für die Fahrlinie FG (Bremsabschnitt) ist eine Bremsverzögerung von 0,5 $m/sek^2$ gewählt worden. Die Bremsfahrlinie ist daher mit der Neigung 5:1 an die Linie des Streckenschnittes anzutragen.

Um die zwischen Anfahr- und Bremsabschnitt liegenden Einzelfahrlinien zu finden, stelle man sich vor, man habe die Steuerung der Lokomotive zu bedienen.

Fahrlinie BC. Es ist nötig mit der gröfsten zulässigen Leistung am Beginn der Steigung anzukommen, um sie mit gröfstmöglichem Anlauf zu nehmen. Man ziehe also einige Gerade (Fahrlinien) nach Schätzung durch den Endpunkt B der Anfahrlinie und untersuche auf ihnen am Beginn der Steigung die Leistungsziffer mit dem Linienzug der Abb. 2. Für die richtige Neigung (die man sehr leicht findet) mufs sich abermals die Leistungsziffer 0,174 zeigen.

Fahrlinie CD. Auf der Steigung vermindert sich die Leistung der Lokomotive bei unveränderter Füllung dem Abnehmen der Geschwindigkeit entsprechend. Um die gröfste zulässige Leistung wieder herzustellen ist im Verlaufe der Steigung die Füllung zu vergröfsern und dabei ein Beharrungszustand ($p = o$) anzustreben. Man bestimme also den Punkt C und von ihm ausgehend die Steigung der Fahrlinie CD gleichgerichtet der Linie des Streckenschnittes so, dafs sich auf dem ganzen Reststück der Steigung bis zum Punkte D die Leistungsziffer 0,174 zeigt.

Fahrlinie DE. Auf dem Gipfel D der Steigung mufs die Steuerung sofort stark zurückgenommen werden, um ein Überschreiten der gröfsten zulässigen Leistung zu vermeiden. Man lege daher die Neigung der Fahrlinie DE unter einem entsprechend kleinen Winkel und lasse damit die Leistung allmählich wachsen bis zu einem Punkte E, der die Höchstgeschwindigkeit $v = \frac{75}{3{,}6} = 20{,}8$ *m/sek* und gleichzeitig die Leistungsziffer 0,174 zeigt. Man findet die richtige Lage der Fahrlinie DE und auf ihr den Punkt E, indem man den Linienzug der Textabb. 2 probeweise bei verschieden gewählten Neigungen auf einige Punkte anwendet.

Fahrlinie EF. Vom Punkte E ab ist die Fahrlinie EF gleichgerichtet mit der Linie des Streckenschnittes zu ziehen, da die Geschwindigkeit $v = \frac{75}{3{,}6} = 20{,}8$ auf dem Gefälle beizubehalten ist. Dabei ist die Leistungsziffer (zv) naturgemäfs kleiner als 0,174. Diese letzte Fahrlinie EF vor dem Bremsabschnitt erhebt sich nur wenig über die Linie des Leerlaufes, die als Verlängerung der Linie JE gestrichelt ist. Der geringen Füllung entsprechend vermindert sich die Geschwindigkeit im Verlaufe der Fahrt auf der Wagrechten bis zur Bremsung.

Das vorbeschriebene Aufsuchen der Einzelfahrlinien ist der Ersatz einer Probefahrt. Man findet das genaue Bild der Fahrt wie sie ein geschickter streckenkundiger Führer erzielen mufs. Die Abweichungen, die sich etwa in den Geschwindigkeiten gegenüber anderen Verfahren zeigen, erklären sich dadurch, dafs die vorliegende Darstellung den wirklichen Verlauf der Fahrt genauer wiedergibt.

Die Fahrzeit ist nach der zu Abb. 5 gegebenen Anweisung zu finden, indem man zunächst in den Mitten der einzelnen Streckenstücke die Höhen errichtet und an ihnen den Linienzug der Abb. 2 anwendet. Der Deutlichkeit halber ist zur Zeitermittlung das Fahrbild der Abb. 6 nochmals in der Abb. 7 aufgezeichnet. Im Anfahr- und Bremsabschnitt liegen die zu benutzenden Geschwindigkeitshöhen im 4. Teil des Weges vom Nullpunkt aus gerechnet. Die unter den Winkeln $\tau$ liegenden Geraden sind wie in Abb. 5 aneinanderzureihen. Als Höhensumme ergibt sich 153 *mm*, und da der Zeitmafsstab 2 g = 19,6 *mm* = 100 *sek.* ist, so beträgt die ganze Fahrzeit $\frac{153 \cdot 100}{19{,}6}$ *sek.* = 13 *Min.*

Zur Ermittlung der gesamten Nutzarbeit der Lokomotive mufs zunächst die Arbeitslinie des Widerstandes gefunden werden, indem man Parallele zu den unter den Winkeln $\varrho$ liegenden Geraden jedes Streckenschnittes aneinanderreiht wie in Abb. 7 angegeben. Der gröfste Abstand zwischen dieser Widerstandlinie und der Fahrlinie stellt die gesamte Nutzarbeit der Lokomotive dar; er liegt hier beim Beginn des Bremsabschnittes und beträgt 84 *mm* d. s. 84 *kgm* für 1 *kg* Zuggewicht mit Lokomotive. Da der ganze Zug 530 000 *kg* wiegt, so beträgt die Nutzarbeit 530 000 . 84 = 44 500 000 *kgm* = 121 Kilowattstunden.

## Vorschläge für die Ausgestaltung des schweren Oberbaus auf Weichholzschwellen.

Von Dr. Ing. **K. Schaechterle**, Stuttgart.

In Heft 12 des Jahrgangs 1924 hat der Verfasser Vorschläge für die Erhöhung der Tragfähigkeit unseres vorhandenen Holzoberbaus gemacht. Über die Ausbildung des künftigen Oberbaus auf Holzschwellen hat inzwischen Reichsbahnrat Stierl sehr beachtenswerte Leitgedanken in der Zeitschrift »Die Gleistechnik« veröffentlicht. Der bekannte Oberbaufachmann des Eisenbahnzentralamts behandelt die wichtige Frage der Schienenbefestigung auf Holzschwellen vom Standpunkt des praktischen Konstrukteurs unter Auswertung reicher Beobachtungs- und Erfahrungstatsachen. Theoretische Untersuchungen über die Schienenbefestigungsmittel sind in der letzten Zeit zum Nachteil der Entwicklung etwas vernachlässigt worden. Auch die Versuchsforschung ist nicht genügend gefördert worden. Und doch ist zu erwarten, dafs durch die wissenschaftliche Verarbeitung der Beobachtungen und durch die Versuchsforschung neue Erkenntnisse gewonnen werden, die nicht nur zur Klärung beitragen, sondern auch wirtschaftliche Vorteile bringen können.

Der Gleistechniker stellt für den neuen Reichsbahnoberbau mit Unterlagsplatten folgende Forderungen auf:

1. Trennung der Schienenbefestigung von der Plattenbefestigung.
2. Regelung der Spur durch Verschieben der Schiene auf der Platte.
3. Verwendung der gleichen Schienenbefestigungsmittel zwischen Schiene und Platte wie beim Eisenbahnschwellenoberbau.
4. Die Hakenschraube zur Befestigung der Schiene auf der gewalzten Stuhlplatte soll von oben eingeführt und ohne Lösung der Schwellenschrauben ausgewechselt werden können. Aufserdem sollen Ausarbeitungen der Schwellen für die Köpfe der Hakenschrauben vermieden werden.

Der Statiker geht von andern Gesichtspunkten aus. Er versucht zunächst den einzelnen Bestandteilen des Oberbaus ganz klare Aufgaben der Kraftaufnahme und Kraftübertragung zuzuweisen. Nur so erhält er sichere Grundlagen für die Berechnung und kann die Einzelteile so ausbilden und bemessen, dafs sie den Aufgaben ohne örtliche Überbeanspruchung innerhalb der erfahrungsmäfsig zulässigen Spannungsgrenzen gewachsen sind. Die Konstruktionsglieder und Trägerformen sind einfach und der statischen Nachprüfung zugänglich.

Die Schwierigkeit beim Oberbau besteht einmal in der Beurteilung der äufseren Krafteinwirkungen (Stofsdrücke), die nur durch zahlreiche Messungen festgestellt werden können, zum anderen Teil in der Erfassung der Belastungsform mit Rücksicht auf die nachgiebige Lagerung. Letztere ist notwendig, damit die Stofsdrücke elastisch verarbeitet werden. Bei unnachgiebigen, starren Oberbauformen setzen sich die Stofsdrücke in bleibende Formänderungen, örtliche Materialzerstörungen um. Der Oberbau fährt sich hart. Die Zerstörungserscheinungen nehmen mit der Häufigkeit der Belastungen zu. Es entstehen Unebenheiten, Lockerungen und Spielräume; die Lasten fangen an zu hämmern und führen so zu frühzeitigem Verschleifs. Werden dagegen die Einwirkungen der Verkehrslasten auf die einzelnen Teile des Oberbaus durch entsprechende Ausbildung und Lagerung allseitig mit Formänderungen im elastischen Bereich verarbeitet, so wird der Oberbau wohl mit der Zeit unter den millionenmal sich wiederholenden Belastungen Ermüdungserscheinungen zeigen, aber keine Verformungen, Quetschungen, Risse erleiden. Die innige Verbindung zwischen Schiene und Schwelle bleibt lange wirksam, die Stoffe werden geschont und können bis zur Grenze ihrer natürlichen Gebrauchsdauer ausgenützt werden. Von der dynamischen Betrachtungsweise, die darauf hinzielt, die äufseren Einwirkungen der Verkehrslasten mit möglichster Annäherung zu ermitteln (Einführung von Stofszuschlägen) und die inneren Auswirkungen, d. s. die Formänderungen in den elastischen Bereich, die Spannungen unter die Streck- und Quetschgrenzen der Bau- und Werkstoffe zu legen (Festsetzung der zulässigen Spannungen) darf hiernach keine Gewichtsverminderung und Ersparnis an Beschaffungskosten erwartet werden, dagegen wird sie zur Vervollkommnung des Oberbaus und zur Verringerung der Unterhaltungskosten führen.

Zunächst sollen einige bekannte, im Betrieb erprobte Holzschwellenoberbauformen bezüglich der Befestigungsmittel rechnerisch nachgeprüft werden und zwar auf Grund folgender Annahmen:

1. Der Schienendruck P beträgt wegen der elastischen Nachgiebigkeit des Gestänges und der Bettung die Hälfte der ruhenden Last G.
2. Die Seitenkraft S nach aufsen und innen wird $^1/_5$ G nur ausnahmsweise übersteigen. (Der vom Spurkranz der äufseren Vorderräder ausgeübte Stofsdruck kann bis 0,6 P in Krümmung betragen. Für die Standessicherheit der Schiene kommt dann 0,6 . P — 0,2 . P = 0,4 . P in Betracht.)
3. Den Stofsdrücken der bewegten Lasten wird durch Einführung der Stofszahl $\varphi = 2{,}0$ hinreichend Rechnung getragen.

Die Begründung der Annahmen würde über den Rahmen dieser Abhandlung hinausgehen, andere Verhältnisse werden das Grundsätzliche der Ergebnisse nicht ändern. Für die Bestimmung der gröfsten Pressungen zwischen Unterlagsplatte und Schwelle sind die gröfsten senkrechten Drücke mit den gleichzeitig möglichen Seitenkräften zu Mittelkräften zusammen- und an den ungünstigsten Angriffspunkten anzusetzen und damit die Randspannungen der Lagerfläche zu errechnen.

Die wagrechten am Schienenkopf angreifenden Seitenkräfte werden durch seitlichen Anschlag von dem Schienenfufs auf die Unterlagsplatte, von dieser durch die Reibung in der Berührungsfläche zwischen Platte und Schwelle, sowie durch die Schrauben auf die Schwellen übertragen. Der rechnerischen Nachprüfung wird der ungünstige Fall zugrunde gelegt, dafs die Reibung gleich Null und die Seitenkraft voll durch die Schrauben zu übertragen ist. Der Belastungsfall tritt immer dann ein, wenn an einer Stelle örtliche Entlastung mit vollem Seitendruck zusammentrifft. Man könnte zwar auch für diesen Fall die Reibung durch künstliche Anspannung der Befestigungsmittel erreichen, erfahrungsgemäfs ist jedoch die Anspannung auf die Dauer nicht wirksam.

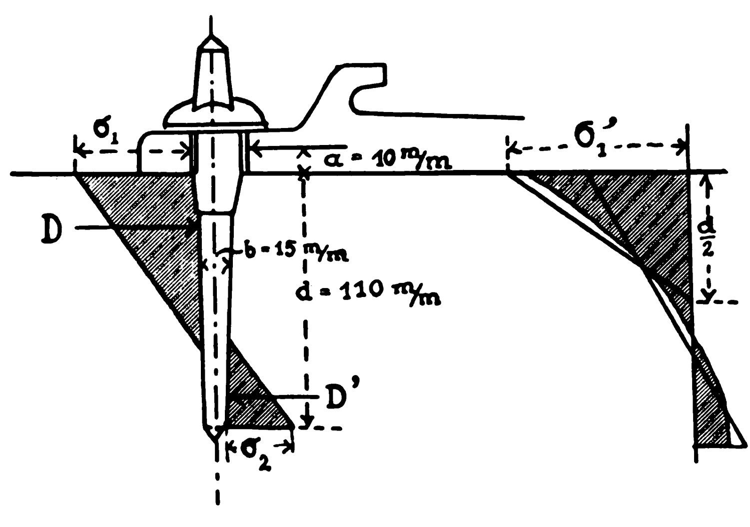



Abb. 1.

Wird der Schraubenbolzen als ein im Bohrloch eingespannter Trägerteil angesehen, der die am oberen freien Teil mit Hebelarm a angreifende Kraft S auf die Schwelle zu übertragen hat, so ergibt sich als Wirkung der Kraft ein Spannungskeil auf der äufseren Leibungsfläche und unterhalb der Nulllinie ein Spannungskeil auf der inneren Leibungsfläche (Abb. 1). Unter der Annahme eines starren Trägers und unter Vernachlässigung der elastischen und unelastischen Eindrückungen ist:

$$\sigma_1 = \frac{S}{b\,.\,d} + \frac{S\left(a + \frac{d}{2}\right)}{{}^1/_6\,.\,b\,.\,d^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{S}{b\,.\,d} - \frac{S\left(a + \frac{d}{2}\right)}{{}^1/_6\,.\,b\,.\,d^2}$$

$$D = \frac{\frac{S}{2}\left(4 + \frac{6\,a}{d}\right)^2}{6 + \frac{12\,a}{d}} \quad \ldots \ldots \quad (1).$$

Mit a = o

$$\sigma_I = \frac{4\,S}{b\,.\,d},\ \sigma_{II} = \frac{2\,S}{b\,.\,d}$$

$$D = \frac{4}{3}\,S,\ X = \frac{2}{3}\,d.$$

Bei der Berechnung des Schraubenbolzens als biegsamer, auf elastischer Unterlage gebetteter Träger geht man von der Voraussetzung aus, dafs der Widerstand des Holzes mit der Eindrückung, d. h. der Verbiegung des Bolzens wächst. Mit Hilfe der Bettungsziffer des Forchenholzes (für Druck in der Faserrichtung rund 3500 kg/qcm) kann man die Eindrückungskurve nach der Näherungsmethode von Dr. Schmidtmann berechnen. Die Randspannungen $\sigma_I$ werden gröfser, die Nulllinie rückt gegen die Mitte des Trägers. Man trägt den tatsächlichen Spannungsverhältnissen Rechnung, wenn man

$$\frac{D = \sigma_I{}'\,.\,b}{2}\,.\,\frac{d}{2},\ \text{also}\ \sigma_I = \frac{4\,D}{b\,.\,d}\ .\ .\ .\ .\ (2)$$

annimmt, wovon D aus Gleichung (1) zu bestimmen ist.

Wenn örtliche Zerdrückungen vermieden werden sollen, so mufs die ungünstigste Randbeanspruchung unter der Festigkeit des Forchenholzes mit über 20 % Feuchtigkeitsgehalt $\sigma_k = 200$ kg/qcm bleiben. Die gröfste Kraft P, die unter dieser Voraussetzung von einer normalen Schraube übertragen werden kann, berechnet sich mit Hilfe von Gleichung (2)

$$D = \frac{1{,}5\,.\,11}{4}\,.\,200 = 825\ \text{kg}$$

und Gleichung (1) $825 = P.\dfrac{\left(4 + \frac{6}{11}\right)^2}{6 + \frac{12}{11}}$

zu S = 570 kg.

Wird zwischen Krempenplatte und Schwelle noch eine Zwischenlage, eine Pappelholz- oder Gewebeplatte eingelegt, so verringert sich unter den gleichen Voraussetzungen die Kraft auf $S = 2\,.\,\frac{1{,}5\,.\,10}{4}\,.\,200\,.\,\dfrac{6 + \frac{24}{10}}{\left(4 + \frac{12}{10}\right)^2} = 470$ kg. Dafs die Verdrückungen selbst bei niederen Belastungen tatsächlich auftreten, ist durch die Versuche an der Material-Prüfungsanstalt Stuttgart mit Schrauben von 7 bis 24 mm Durchmesser bestätigt worden. Durch ein Holz von 300 mm Stärke wurde eine Schraube gesteckt, die die Belastung auf seitliche angeordnete Eisenlaschen absetzte (Abb. 2); sodann wurden die Verschiebungen des Holzes gegenüber der Platte unter verschiedenen Laststufen gemessen. Die Platten lagen am Holz dicht an, die Schraubenmuttern waren gelöst. Unter Belastungen P = 500 kg wurden bei Schrauben Ø 13 Verschiebungen bis zu 2,7 mm (Mittel 2,3), bei Ø 16 bis 1,6 mm (Mittel 1,2), bei Ø 20 bis 0,5 mm (Mittel 0,5) festgestellt, unter der Last P = 1000 kg bei 13 Ø zu 4,0 mm (Mittel 3,7), bei Ø 16 zu 2,2 (Mittel 1,8), bei Ø 20 bis 1,4 (Mittel 1,0). Die Randspannung $\sigma_I$ wurde bei der Schraube Ø . 16 für $P = \begin{cases} 500 \\ 1000 \end{cases}$ ermittelt zu rund $\begin{cases} 170 \\ 280 \end{cases}$ kg/qcm. (Vergl. auch Ingenieurholzbauten bei der Reichsbahndirektion Stuttgart, Seite 56 ff.)

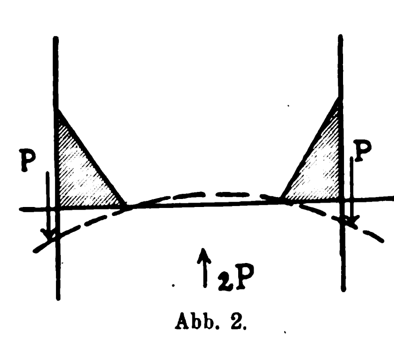


Abb. 2.

Versuch und Rechnung zeigen, dafs die Schraube in Holz kein zur Kraftübertragung geeignetes Verbindungsmittel ist, dafs schon bei kleinen Belastungen grofse Randspannungen auftreten, die Eindrückungen des Bolzens in das Weichholz bleibende Formänderungen und Quetschungen zur Folge haben. Die örtlichen Zerdrückungen können bei Holztragwerken in Kauf genommen werden, wo die ungünstigen Belastungsfälle selten vorkommen. Beim Holzschwellenoberbau entsteht unter den millionenmal sich wiederholenden, ungünstigen Belastungen als Summierung der örtlichen Zerdrückungen die Ausweitung der Bohrlöcher, eine Erscheinung, die bisher bei allen Oberbauformen auf Weichholzschwellen beobachtet worden ist.

Die Anwendung der vorstehend entwickelten Berechnungsart auf den in Abb. 3 dargestellten Oberbau der französischen Ostbahn, bei dem die Schienen ohne eiserne Unterlagsplatten unmittelbar auf den Buchen- oder Eichenschwellen gelagert und

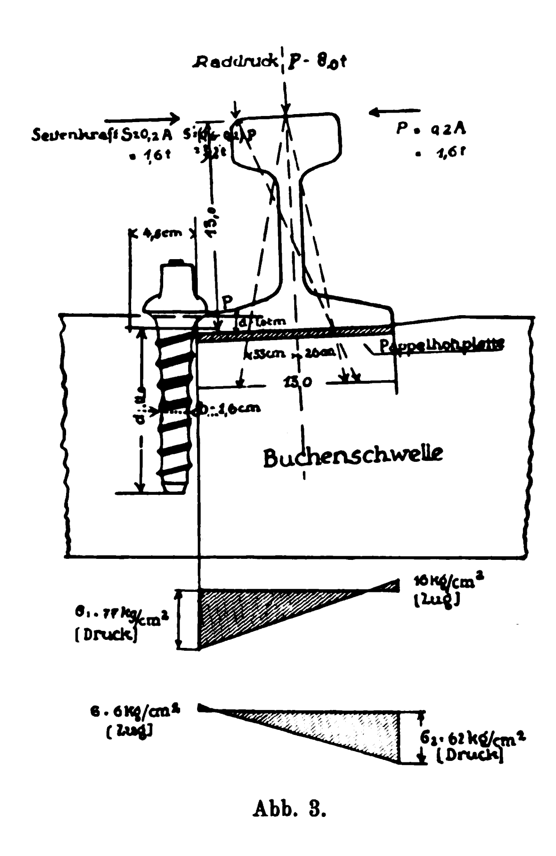


Abb. 3.

zur Schonung der Lagerflächen Pappelholzplättchen zwischen Schienen und Schwellen eingeschoben sind, ergibt für 16 t Achslasten sehr hohe Holzpressungen quer zur Faser und Lochwanddrücke gleichgerichtet zur Faser. Die gröfsten Randpressungen unter der Schiene betragen 78 kg innen und 70 kg aufsen, kommen also schon nahe an die Festigkeit eines Buchenholzes von 20 % Feuchtigkeitsgehalt heran. Bei dem französischen Oberbau ist die Schiene auf der Schwelle mit drei Schrauben senkrecht zur Auflagerfläche befestigt, abwechselnd zwei aufsen, eine innen. Die wagrechte Seitenkraft S = 1,6 t mufs im ungünstigsten Fall von einer Schraube übertragen werden, hierfür ergeben sich Lochwanddrücke

$$\sigma_I = \frac{4}{3}\,1600\,.\,\frac{4}{1{,}6\,.\,11} = 483\ \text{kg/qcm}$$

während die Festigkeit des Buchenholzes ‖ zur Faser unter Berücksichtigung des Feuchtigkeitsgrades kaum über 300 kg/qm angesetzt werden darf.

Da die Formänderungen im elastischen Bereich bleiben sollen, darf eine Schraube in Buchenholz mit höchstens 0,76 t

belastet werden. Selbst wenn bei dem französischen Oberbau zwei Schrauben gleichmäfsig zusammenwirken, so ist immer noch eine Überlastung der Lochwand vorhanden. Hieraus erklärt sich der Umstand, dafs der französische Oberbau unseren schweren Lokomotiven nicht stand gehalten hat.

Für den württembergischen E-Profil-Oberbau auf Hauptbahnen mit 140 mm hohen Schienen (Abb. 4), der s. Z. für den 17 t Lastenzug konstruiert worden ist, ergibt sich bei einer Grundfläche der Hakenplatte von 160/290 mm eine gröfste Holzpressung quer zur Faser an der Aufsenkante von 26 kg/qcm, an der Innenkante von 35 kg/qcm.

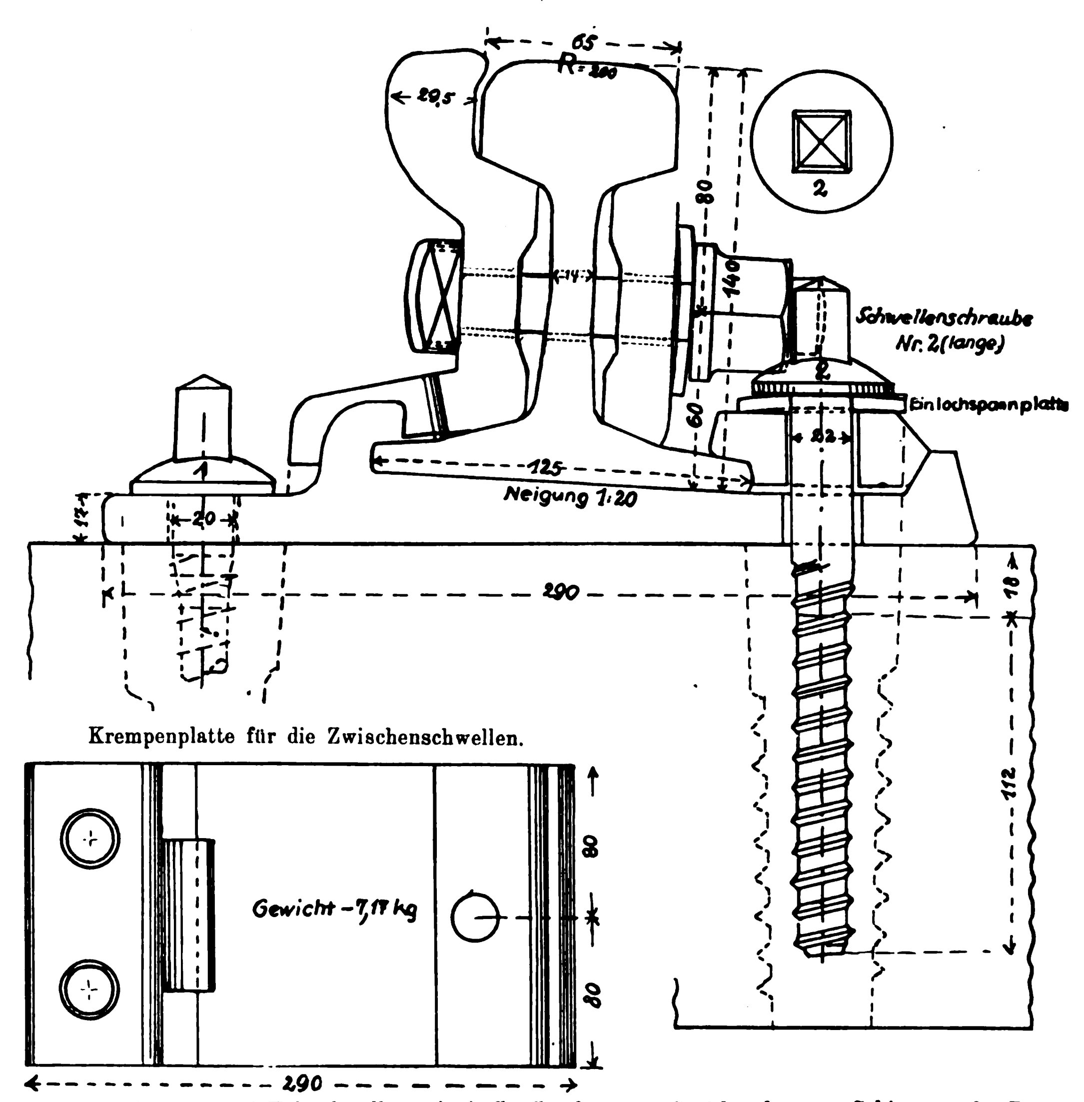



Abb. 4. E Profil Oberbau auf Holzschwellen mit Auflauflaschen und Stofsbrücken am Schienenstofs; Bauart 1908.

Die wagrechten Seitenkräfte werden durch drei Schrauben auf die Weichholzschwelle übertragen, wegen der Spielräume zwischen Plattenloch und Schraubenbolzen und der unvermeidlichen Ungenauigkeiten des Bohrens werden nur ausnahmsweise alle drei Schrauben gleichmäfsig zusammenwirken. Man wird günstigsten Falls nur mit zwei Schrauben rechnen dürfen, die $2 \times 570$ also rund 1,1 t ohne Lochwandschädigung übertragen, während unter den 17 t Achslasten tatsächlich 1,7 t auftreten können. Man ersieht hieraus, dafs bei dem württembergischen E-Profil-Oberbau auf Hauptbahnen, der dem bisherigen preufsischen und badischen Hauptbahnoberbau entspricht, die Grenzen der zulässigen Pressungen sowohl unter der Platte quer zur Faser als auch in den Schraubenlochwänden gleichgerichtet zur Faser bei 17 t Achslasten erreicht, wenn nicht schon überschritten ist.

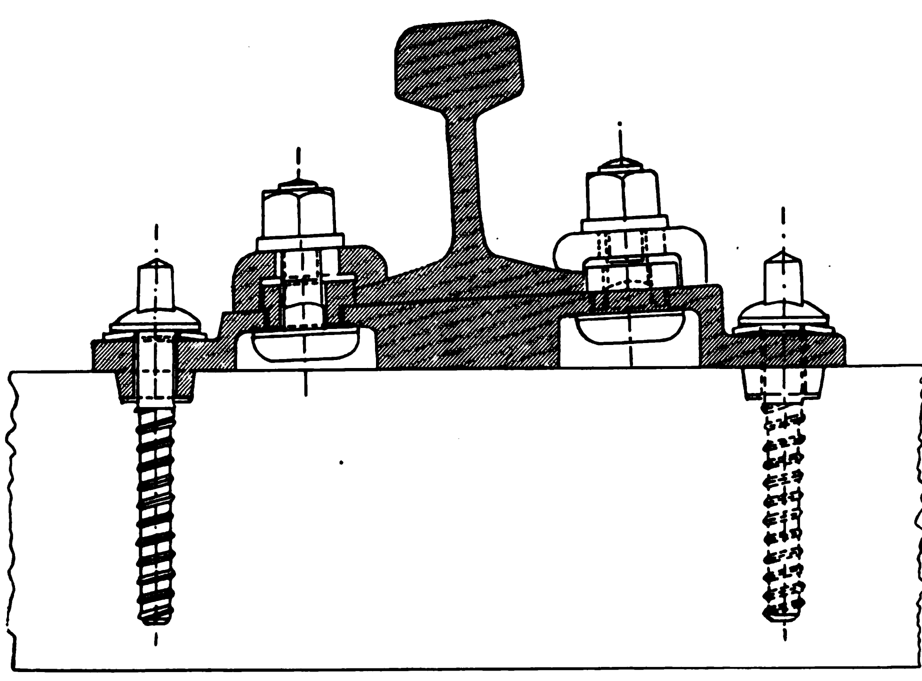
Der heute an den neuen schweren Reichsoberbau gestellten Forderung — Achslasten von 25 t — ist die bisher übliche Befestigungsweise nicht mehr gewachsen.

Für den neuen schweren Reichsoberbau mit einer Tragfähigkeit von 25 t Achslasten ist ein den praktischen Gesichtspunkten und den theoretischen Forderungen entsprechender Vorschlag (Abb. 5) in der Verkehrstechnischen Woche (1925, Heft 21) veröffentlicht. Er zeigt die Roth-Schülersche Befestigung der Schienen auf der Stuhlplatte mittels Klemm-, Spurplättchen und Hakenschraube. Die Stuhlplatte selbst ist reichlich grofs und schwer und so ausgebohrt, dafs die Hakenschraube von oben her eingeführt und ohne Abheben der Stuhlplatten ausgewechselt werden kann. Die Stuhlplatte wird mit vier Schwellenschrauben auf der Holzschwelle befestigt. Zur Übertragung der Seitenkräfte sind runddübelartige Ansätze an der Unterfläche vorgesehen. Da die Spur durch die Spurplättchen geregelt wird, so erhalten alle Schwellen gleiche Bohrung. Die obere Locherweiterung der Schraubenlöcher zur Aufnahme der Dübelansätze kann maschinell mit einem Sonderbohrgerät gleichzeitig mit den Schraubenlöchern gebohrt werden. Die Vorzüge der Einheitsschwelle in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht brauchen nicht besonders erörtert zu werden.

Die vorgeschlagene Stuhlplatte ist reichlich schwer und wird teuer. Die hohen Beschaffungskosten werden aber wahrscheinlich durch Ersparnisse in der Unterhaltung aufgewogen werden. Nach den in den letzten Jahrzehnten gesammelten

Erfahrungen soll man diesmal nicht wieder in den alten Fehler verfallen und an der Stuhlplatte sparen.

In Abb. 6 ist noch ein Vorschlag mit leichterer Stuhlplatte dargestellt, bei dem besondere Ringdübel zur Übertragung der Seitenkräfte unter der Hakenschraube eingesetzt sind, so dafs die Hakenschraube in den für die Ringdübel ausgebohrten Hohlraum der Holzschwelle eingeführt und damit ohne Abheben der Stuhlplatte ausgewechselt werden kann.



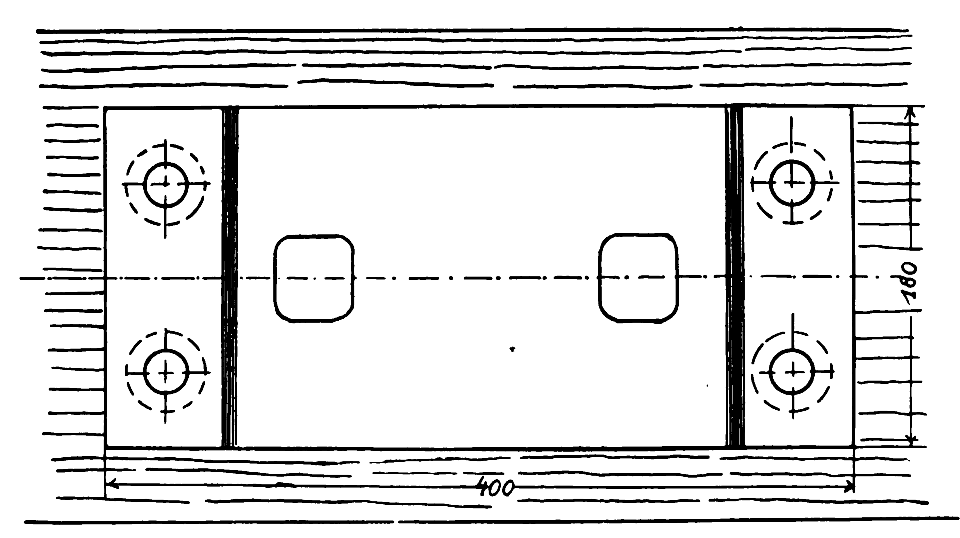



Abb. 5. Oberbau mit Schienen S 49 und Stuhlplatten auf Kiefernschwellen.

Eine Verbesserung des französischen Oberbaus, der sich durch Einfachheit vor allen anderen auszeichnet, kann dadurch erreicht werden, dafs man die Schrauben von den Seitenkräften entlastet und letztere durch Einschalten von Spurdübeln auf das Holz überträgt. Den Spurdübeln fällt hierbei die gleiche Aufgabe wie den Spurplättchen beim Eisenschwellenoberbau zu. Sie sind im Oberteil vierkantig, mit Anschlagflächen an dem Schienenfufs versehen, im unteren Teil kegelförmig ausgebildet (Abb. 7). Die Dübel werden in die entsprechend ausgebohrte Holzschwelle eingesetzt, durch Anziehen der Schwellenschraube wird feste Anlage an die Lochwände gewährleistet. Bei dem grofsen Durchmesser der Dübel kann der Lochwanddruck auf $^1/_3$ bis $^1/_4$ der bisherigen Pressung verringert werden. Der Hauptvorteil ist jedoch der, dafs die Schraube nicht mehr auf Biegung, sondern auf zentrischen Zug beansprucht wird. Sie hat mit Hilfe der Klemmplättchen die feste Verbindung zwischen Schiene und Schwelle zu erhalten, eine Aufgabe, auf die sie zugeschnitten ist und die sie, wie die Erfahrung und Versuche lehren, voll erfüllen kann. Die Anordnung hat weiter den Vorteil, dafs alle Schwellen mit gleicher Bohrung gerichtet werden können. Durch Verwendung eines besonderen Bohrgeräts kann das Schraubenloch und die Dübelerweiterung gleichzeitig hergestellt werden. Die Spurregelung geschieht allein durch den Vierkantansatz der Dübel, von dem jeder einzelne vier verschiedene Erweiterungen gestattet und damit jede gewünschte Spurerweiterung des Gleises gestattet.

Der Oberbau mit unmittelbarer Schienenauflagerung erscheint mit der vorgeschlagenen Verbesserung für alle Gleise geeignet, auf denen keine Lasten über 17 t verkehren. Er ist wesentlich einfacher und billiger als der deutsche Oberbau mit Unterlagsplatten bei gleicher Tragfähigkeit. Da wohl auch künftig noch viele Gleise bleiben werden, bei denen eine Tragfähigkeit von 17 t ausreicht, so dürften sich Versuche zur Weiterbildung des bewährten Oberbaus lohnen.

In der Spurhaltung war bisher der Eisenschwellenoberbau dem Holzschwellenoberbau überlegen. Durch die hier vorgeschlagene, statisch und dynamisch begründete Anordnung der Spurdübel und der Dübelansätze an den Unterlagsplatten wird der Hauptmangel aller bisher bekannten Befestigungsarten der Schienen auf Holzschwellen einfach und einwandfrei behoben und damit die alte Klage über die ungenügende Spursicherung des Holzschwellenoberbaus in Krümmungen verschwinden. Mit den Spurdübeln und den Dübelansätzen an den Unterlagsplatten läfst sich die Spurhaltung selbst bei Weichholzschwellen ebenso zuverlässig gewährleisten wie bei eisernen Schwellen. Schraubdübel oder Einschlagdübel, mit denen man bisher das Übel der Lochwandausweitung zu bekämpfen suchte, werden künftig nicht mehr gebraucht werden. Sie waren eben nur Behelfsmittel, um die Nachteile einer ungünstigen und unzweckmäfsigen Kraftübertragung zu mildern. Nur dadurch, dafs man die Schrauben von den wagrechten Seitenkräften vollständig entlastet, wird die Ursache der ungünstigen Erscheinungen in der Schienenbefestigung auf Holzschwellen vollständig beseitigt.

Es ist in dieser Zeitschrift wiederholt darauf hingewiesen worden, dafs die Bearbeitung des neuen Reichsbahnoberbaus auf Holzschwellen nicht länger hinausgeschoben werden darf. Es besteht kein Grund den Holzschwellenoberbau gegenüber dem Eisenschwellenoberbau zurückzusetzen. Für unsere klimatischen Verhältnisse ist der Holzschwellenoberbau mit seiner tiefliegenden und grofsen Bettungsdruckfläche und seiner günstigen Bettungsdruckverteilung sowohl im Kies- und Steinschlagbett, auf festem und weichem Baugrund geeignet. Er wird in statischer und dynamischer Beziehung von keiner andern Oberbauart übertroffen, ist elastisch nachgiebig und zeichnet sich durch weiches

Fahren aus. Seine weitere Ausbildung und Verbesserung verdient Beachtung. Bei den aufserdeutschen Bahnverwaltungen wird bekanntlich die Eisenschwelle wegen der schwierigeren Stopfarbeit, des kleineren Gewichts und der geringeren Elastizität weniger geschätzt als die Holzschwelle. Die bemerkenswerten Versuche, die Stopfarbeit durch Walzen der Bettung (Bayern) und durch Abrammen (Amerika) zu ersetzen, eröffnen dem Holzschwellenoberbau neue Aussichten und Ersparnismöglichkeiten, so dafs er voraussichtlich noch lange wirtschaftlich wettbewerbsfähig bleiben wird.

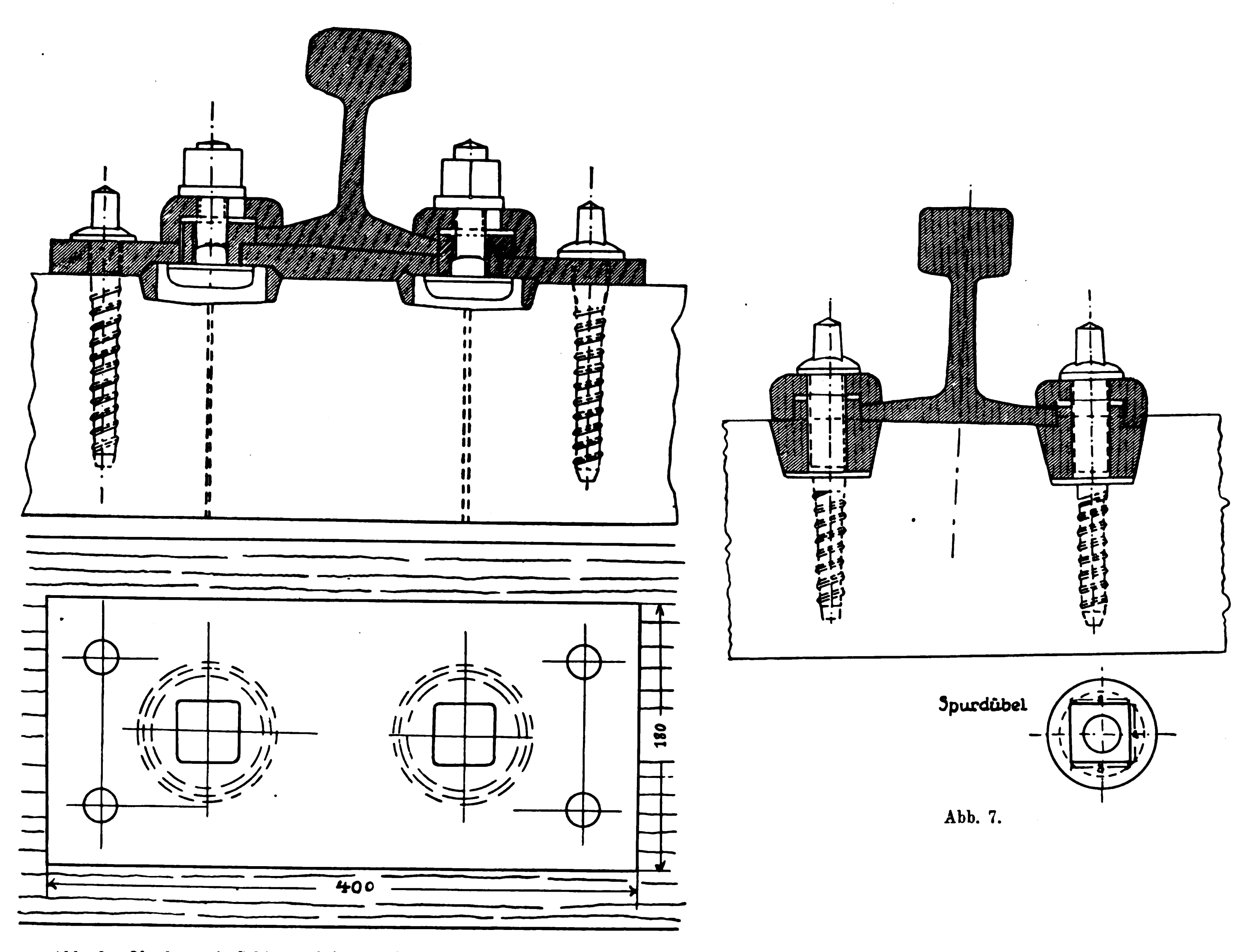



Abb. 6. Oberbau mit Schienen S 49 und Stuhlplatten auf Kieferschwellen.

Abb. 7.

## Die neuen Lieferungsbedingungen für Bremsklötze der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Von Oberregierungsbaurat a. D. Arzt, Oldenburg.

Der Verbrauch an Bremsklötzen im Eisenbahnbetrieb ist aufserordentlich hoch, die Einführung der durchgehenden Güterzugbremsen läfst eine weitere Steigerung dieses Verbrauches erwarten.

Es leuchtet daher wohl ein, dafs die Frage der zweckmäfsigsten Beschaffenheit des Baustoffs der Bremsklötze alle Eisenbahnverwaltungen lebhaft beschäftigt. Ziel aller hierauf gerichteten Bestrebungen ist, Bremsklötze von solcher Baustoffbeschaffenheit zu erhalten und zu verwenden, dafs sich ihre Abnutzung bei günstigstem Reibungskoeffizienten zwischen Bremsklotz und Radreifen in wirtschaftlichen Grenzen hält und zu keinem unwirtschaftlichen Verschleifs der Radreifen führt. Bei der Auswahl des geeignetsten Baustoffs empfiehlt es sich auch anzustreben, dafs das Auswechseln der bis zur zulässigen Grenze abgenutzten Bremsklötze mit dem Abdrehen der Radreifen des Fahrzeugs zusammenfällt.

Die Überzeugung, dafs der hohe Verbrauch an Bremsklötzen nicht auf einen Konstruktionsfehler zurückzuführen ist, die Ursache des grofsen Verschleifses und des nicht unerheblichen Anfalls an gebrochenen Bremsklötzen vielmehr in einer unzweckmäfsigen Stoffbeschaffenheit zu suchen ist, gab der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, Eisenbahn-Zentralamt Berlin, Anlafs zu eingehenden Versuchen mit Bremsklötzen verschiedener Baustoffbeschaffenheit. Zur Ermittlung der Verschleifsgröfse wurden bei diesen Versuchen sowohl Bremsklötze als Radreifen (auch die der nicht gebremsten Räder) vor Beginn und nach

Beendigung der Versuche gewogen. Zu den Versuchen wurden zehn Wagenzüge bestehend aus je 13 dreiachsigen Personenwagen herangezogen, die von diesen befahrene Strecke betrug 22 000 bis 40 000 km.

Durch diese Betriebsversuche wurde festgestellt, dafs — wie zu erwarten war — die Verschleifsfestigkeit mit steigender Härte des Bremsklotzbaustoffs zunimmt. Wohl steigt mit zunehmender Härte des Bremsklotzes auch der Verschleifs der Radreifen, aber nur in ganz geringem, wirtschaftlich erträglichem Ausmafs.

Die Verschleifsfestigkeit des Gufseisens steigt mit höherem Phosphorgehalt, sie geht bei hohem Siliziumgehalt zurück. Man kann zwar bei hohem Siliziumgehalt durch beschleunigte Abkühlung die Härte des Gufseisens erhöhen, eine entsprechende Steigerung des Verschleifswiderstandes erreicht man jedoch hierdurch nicht.

Mit abnehmendem Graphitgehalt nimmt die Härte des Baustoffs zu.

Die wirtschaftlich günstigsten Verschleifsverhältnisse (an Bremsklötzen und Radreifen) wurden bei Verwendung von Gufseisen mit 183 bis 218 Brinellhärte erzielt.

Bei starker Erwärmung des Bremsklotzes an der Schleiffläche, d. h. bei längerem Bremsen tritt eine Umgruppierung der einzelnen Moleküle und ein Ausglühen der Schichten in den Bremsflächen ein, die Brinellhärte des Baustoffs nimmt ab, der Bremsklotzverschleifs wird gröfser.

Unterhalb einer Brinellhärte von etwa 165 scheint der Widerstand des Baustoffs gegen Abnutzung schnell zu fallen, ein so weiches Gufseisen dürfte als Baustoff für Bremsklötze ausscheiden.

Zweckmäfsig erscheint es die Härtegrenzen nicht zu eng zu ziehen, da die Vorschrift zu enger Grenzen giefstechnische Schwierigkeiten bietet, die zu einer Verteuerung bei der Beschaffung führen würde, die der als Teil des Fahrzeugs immerhin untergeordnete Bremsklotz nicht rechtfertigen würde.

Mit der Härte zu hoch zu gehen, empfiehlt sich nicht, weil bei zu grofser Härte ein Bruch der Schlitzwände (Lappen) und ein zu hoher, unwirtschaftlicher Verschleifs der Radreifen zu befürchten wäre.

Nach den Schlagversuchsergebnissen mufs ein für Eisenbahnzwecke brauchbarer Bremsklotz zwei gegen die Mitte geführte Schläge bei einem Bärgewicht von 150 kg und einer Fallhöhe von 400 bzw. 240 mm je nach der Backenstärke des Bremsklotzes aushalten, ohne zu brechen oder anzureifsen. Die Schlagprobe gibt ein Bild von der Zähigkeit des Baustoffs und zeigt Fehler wie Hohlstellen, Blasen und Spritzkugeln im Gufs.

Die Ergebnisse der auf breiter Grundlage durchgeführten Versuche waren entscheidend für die Aufstellung folgender, bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft zur Zeit für die Beschaffung von Bremsklötzen mafsgebenden Lieferungsbedingungen, nachstehend wiedergegeben nur soweit die Beschaffenheit des Baustoffs und die Güteprüfung darin festgelegt sind:

1. Beschaffenheit.

Die fertig gegossenen Bremsklötze sollen aus Gufseisen mit folgender Zusammensetzung bestehen:

| | | |
|---|---|---|
| Gesamter Kohlenstoff | 2,8—3,4 | v. H |
| Graphit | 1,6—2,6 | „ „ |
| Silizium | 1,5—2,0 | „ „ |
| Mangan | 0,3—0,5 | „ „ |
| Phosphor | unter 0,8 | „ „ |
| Schwefel | unter 0,18 | „ „ |

Die Brinellhärte mufs 195 ± 25 betragen.

Angüsse und Saugköpfe sind sorgfältig zu entfernen, der Grat soll gut abgeputzt sein, sonst werden die Stücke zurückgegeben oder auf Kosten der Lieferer gereinigt oder nachgearbeitet.

Die Bremsklötze müssen lunkerfrei sein.

Die Löcher in den Bremsklötzen sind beim Gufs kreisrund, glatt, ohne Grat und ohne flache Innenflächen herzustellen, so dafs sich eine nachträgliche Bearbeitung erübrigt. Die Löcher müssen rechtwinklig zu den Seitenflächen der Bremsklötze stehen und bei geschlitzten Lappen sich genau decken.

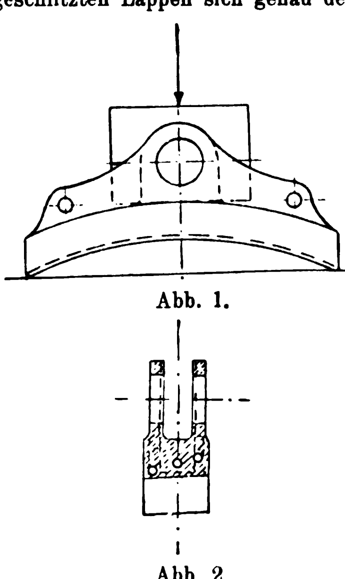


Abb. 1.

Abb. 2.

Die Schlitzwände (Lappen) müssen glatt, gerade und genau gleichlaufend sein. Die Bremsklötze sind nach Zeichnung anzufertigen und mit dem Firmenzeichen des Lieferers und der Jahreszahl der Lieferung zu versehen. Die Modelle hat der Lieferer ohne Kostenberechnung herzustellen.

2. Güteprüfung.

Die Analyse wird in der Regel nicht nachgeprüft, die Reichsbahn behält sich jedoch vor, dieselbe nach eigenem Ermessen von Fall zu Fall auszuführen. Die Bremsklötze werden auf dem Werke des Lieferers geprüft. 2 v. H. der Bremsklötze sind Schlagversuchen zu unterziehen. Zu diesem Zweck sind die Auflagerkanten der Bremsklötze leicht abzuschleifen. Der Bremsklotz mufs zwei gegen die Mitte geführte Schläge mit einem Bärgewicht von 150 kg aushalten, wobei die Fallhöhe betragen mufs:

bei einer Backenstärke des Bremsklotzes = 60 mm . . . . . . . . . . . . . 400 mm

bei einer Backenstärke des Bremsklotzes = 50 mm . . . . . . . . . . . . . 240 mm.

Bei Bremsklötzen mit zwei Lappen ist hierbei zwischen die Lappen ein gut passendes Einsatzstück zu legen (vergl. Abb. 1).

Das Gewicht der Unterlage (Schabotte) mufs mindestens das zehnfache des Bärgewichts betragen. Zur Feststellung von Lunkerstellen sind die Schlagversuche bei je 1 von 500 der zur Güteprüfung bereitgestellten Bremsklötze bis zum Bruch des Bremsklotzes fortzusetzen. Dieser Bremsklotz kann zu folgendem Kugeldruckversuch benutzt werden.

Von je 500 Bremsklötzen wird einer auf Härte mit der Brinellschen Kugeldruckpresse (Kugeldurchmesser 10 mm, Belastung 1000 kg) an drei verschiedenen, in Abb. 2 bezeichneten Stellen eines Querschnittes geprüft.

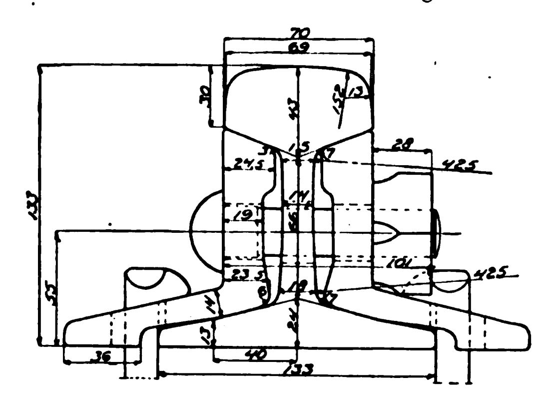
# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

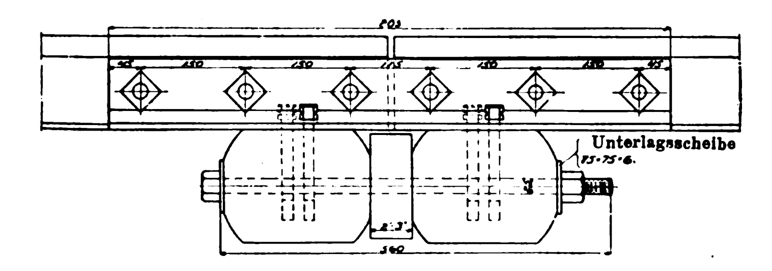
## Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

### Neues schwedisches Schienenmuster 1924.

Im März 1916 ordnete die schwedische Eisenbahndirektion an, dafs das preufsische Schienenmuster 8d mit 41 kg/m Gewicht bei den Staatsbahnen zur Einführung kommen solle. Es handelte sich dabei vor allem darum, eine Schienenform mit Unterlagplatten zu erhalten, wobei die steigenden Schwellenpreise mitwirkten. Gegen diese Schienenform haben sich wesentliche Einwände nicht erhoben, nur war der Preis recht hoch. Er stellte sich mit Unterlagplatten gegenüber der alten schwedischen Form von 1896 ohne Unterlagplatten um etwa die Hälfte teurer, wiewohl das Schienengewicht ungefähr das gleiche war. Dabei war die Schwellenauswechslung und die gegebenenfalls vorkommende Unterkeilung bei Frosthügeln kostspielig und beschwerlich. Angeregt auch durch den Umstand, dafs Deutschland selbst durch Einführung des Reichsoberbaues seine alten Oberbauarten aufgab, kam auch Schweden auf den Gedanken, einen neuen Oberbau zu entwerfen und zwar wurde in Ansehung besonderer schwedischer Verhältnisse immer mehr der Wunsch mafsgebend, eine Schienenform zu wählen, die sowohl mit wie ohne Unterlagplatten verwendet werden kann. Dabei sollen Unterlagplatten an solchen Stellen zur Anwendung kommen, wo besonders starke

Abnützung der Schwellen beobachtet wird oder sich berechnen läfst. Das ältere schwedische Schienenmuster 1896 (Organ 1923, Heft 2, Taf. 9) war vom walztechnischen Gesichtspunkt nicht recht geglückt. Der schmale Steg und der dünne Fufs haben bei der Walzung die Neigung, schneller abzukühlen als der Schienenkopf mit seiner gröfseren Masse. Die Folge ist ein Härtungsvorgang der dünneren Teile in Steg und Fufs, ein Umstand, der zweifellos Neigung zu Schienenfufsbrüchen mit sich bringt. Diese Fufsbrüche treten in Schweden zahlreich auf, besonders an der Riksgränsbahn im äufsersten schwedischen Norden. Sie werden bei der allgemeinen Schienenbruchstatistik nicht eingerechnet. Um diesen Mifsstand der ungleichen Stoffbildung zu vermeiden, im übrigen aber die Vorteile des Musters 1896 beizubehalten, hat das Bahnbureau der Eisenbahndirektion eine neue Schienenform, Muster 1924, von 43,2 kg/m Gewicht entworfen, die auf den verkehrsreichsten Strecken verlegt werden soll (Abb. 1).





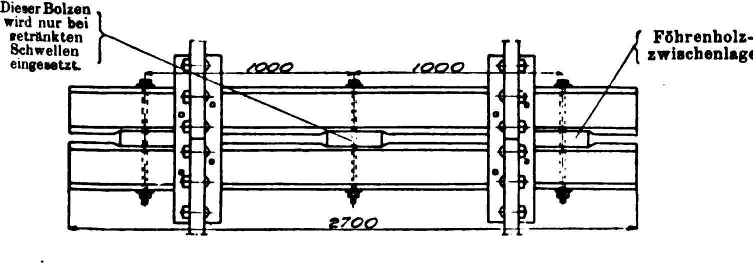




Abb. 1.

Die neue Schienenform hat 133 mm Höhe, 133 mm Fufsbreite und eine Kopfbreite von 69 bis 70 mm. Gegenüber den neuen deutschen Schienenformen mit 125 mm Fufsbreite hat das schwedische Muster den Vorteil, dafs es ohne Unterlagplatten verlegt werden kann. Es hat einen breiteren Fufs und dabei einen breiteren Kopf und breitere Anlageflächen gegen die Laschen. Aufserdem sind die Abweichungen vom Muster 1896 verhältnismäfsig unbedeutend, so dafs geeignete Verbindungslaschen aus gewalztem Material statt wie bisher, aus Stahlgufs leicht hergestellt werden können Gegenüber dem Muster 1896 ist der neue Querschnitt vom Walzstandpunkt geeigneter, da er den Schienen ein härteres Material gibt, ohne dafs man deshalb Fufs- und Stegbrüche befürchten brauchte.

Die neuen Schienen sollen mit Doppelschwellenstöfsen mit Föhrenholzzwischenlagen ausgestattet werden. Bei Anwendung von Unterlagplatten sollen diese jedoch auf den Stofsschwellen nicht angebracht werden, da hier die Laschen zur Vergröfserung der Unterstützungsfläche dienen sollen (s. u.). Die Laschen sind von ähnlicher Form wie für das Muster 1896, aber sie sind etwas länger und haben sechs Bolzenlöcher. Es soll sich nämlich herausgestellt haben, dafs eine wesentliche Ursache für das Brechen der Schienen am Stofs auf die Abnützung der Laschen zurückzuführen ist. Durch Verlängerung der Laschen, sowie durch Vergröfserung der Bolzenzahl und der Neigung der Anlagefläche zwischen Schienenfufs und Lasche erwartet man eine Minderung der Gefahr, dafs die Laschen allzu schnell an den Steg anzuliegen kommen. Bei Anwendung von Unterlagplatten entfällt die Klotzung (vergl. Organ 1923, Heft 2, Taf. 9, Abb. 16). Die neuen Schienen sollten schon 1924 in der Strecke Stockholm—Göteborg und auf der Riksgränsbahn eingewechselt werden.

Im Zusammenhang mit der Einführung des neuen Schienenmusters wurde auch eine neue Form von Unterlagplatten entworfen, die für Schienen mit 133 mm Fufsbreite pafst (Abb. 2). Die Platte hat nur auf der Aufsenseite eine Stützleiste, da sich herausgestellt hat, dafs, wenn auch auf der Innenseite Stützleisten sind, hier leicht Brüche auftreten. Die Platte hat drei Löcher für Schienennägel, zwei auf der Innen- und eine auf der Aufsenseite. Im Bedarfsfall können weiter ein bis zwei Nägel an der Aufsenkante der Platte eingeschlagen werden.

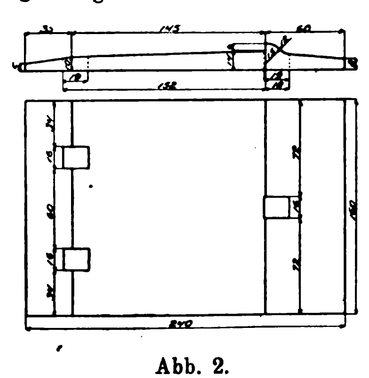


Abb. 2.

Bei Gelegenheit einer unmittelbar aus Schweden an ihn gelangten Anfrage ist der Berichterstatter schon darauf aufmerksam geworden, dafs die schwedische Laschenform dazu beigezogen werden soll, um am Stofs die Auflagerfläche der Schiene auf der Schwelle zu vergröfsern. So ist es zu erklären, wenn im obigen die schwedische Auffassung wiedergegeben wird, dafs Unterlagplatten auf den Stofsschwellen entbehrt werden können, während wir gerade am Stofs eine Verstärkung durch Platten für angezeigt halten. Damit erklärt sich auch eine anscheinend in Schweden häufig beobachtete Erscheinung, dafs bei vierbolzigen Laschen im allgemeinen eher die beiden äufseren Bolzen locker werden oder sogar abgesprengt werden, während nach den Erfahrungen des Berichters eher die inneren Bolzen sich lockern und ein Absprengen kaum vorkommt. Die Winkel der schwedischen Laschen wirken, wo sie auf der Schwelle aufliegen, offenbar als Hebel und beanspruchen den nächsten Bolzen auf Zug. Man ist bei uns und vielfach auch anderwärts wohl mit Recht davon abgekommen, den an sich stark beanspruchten Laschen noch weitere Aufgaben aufser der der Schienenverbindung zuzuweisen. Bei den nordischen Bahnen findet man sehr vielfach noch den Laschen die Aufgabe der unmittelbaren Druckübertragung auf die Schwelle mit übertragen (vergl. Organ 1920, Heft 24, Schienen der finnischen Bahnen und 1923, Heft 2, schwedischer und norwegischer Oberbau.)

## Versuche mit Einsalzen von Schwellen auf der Rjäsan-Uralbahn.

Von der Direktion der Rjäsan-Uralbahn wurde das Einsalzen der Schwellen an Stelle von Tränkung erwogen. Es ist das keine neue Sache. So lagen auf der Baskuntschaksker Bahn Anfang 1909 im Gleis 157961 Stück eingesalzene Schwellen; diese Schwellen wurden im Zeitraum 1889 bis 1908 eingelegt; in den ersten 12 Jahren wurde auch nicht eine Schwelle ausgewechselt. Eine Auswechselung über 50 v. H. beginnt erst vom 17. Jahre ab. Im 33. Bezirk der Rjäsan-Uralbahn lagen Anfang 1924 148127 Stück eingesalzene Schwellen, davon 54183 seit 1908 und früher. Im Jahre 1910 bis 12 wurden auf den Gleisen der Rjäsan-Uralbahn über 26000 Schwellen verlegt, die der Einsalzung unterzogen waren. Auf Grund dieser Zahlenangaben glaubt der Berichterstatter für diese Frage, S. N. Kulschinsky, dafs das Einsalzen der Schwellen diese besser gegen Fäulnis schützt als die Tränkung mit Chlorzink. Die Auswechselung der Schienennägel auf der Baskuntschaksker Bahn gab im Mittel jährlich 18 bis 20000, was dem Regelverhältnis auf der ganzen Strecke sehr nahe kommt. Dies deutet darauf hin, dafs die Salztränkung keine schädliche Einwirkung auf das Eisen hat.

Was von den Schwellen gesagt ist, bezieht sich auch auf alle sonstigen Hölzer wie Telegraphenstangen usw. An Orten, wo Salz-

seen vorhanden sind, kann man das Einsalzen nach dem Verfahren der früheren Baskuntschaksker Bahn ausführen durch Einweichen im See, aber es macht keine Mühe, auch in den Schwellentränkanstalten das Chlorzink durch Salz zu ersetzen, wobei dieser Vorgang in den Arbeiten der Anstalt keine Änderungen herbeiführt. Die Schwelle kann 10 bis 12 Pfund Salz aufnehmen. Das Einsalzen der Schwellen im See kostet an Stelle der 45 Kopeken nur 10 bis 12 Kopeken, wodurch für die Rjäsan-Uralbahn sich im kommenden Jahr 62000 Rubel Ersparnisse ergeben würden. Die Frage des Einflusses des Klimas und der Menge der atmosphärischen Niederschläge auf die Liegedauer der eingesalzenen Schwellen auf Linien, die sich in Verhältnissen befinden, die denen der Baskuntschaksker Bahn (Zawolschskaja und Distrikt Balaschow-Kamyschin) entsprechen, wird günstig beurteilt; in anderen Bezirken mufs die Frage erst durch Versuche entschieden werden. Die Direktion der Rjäsan-Uralbahn hat der Bahnunterhaltung den Auftrag erteilt, die Frage einer Untersuchung zu unterziehen und zum Zwecke des Vergleichs gleichzeitig mit Chlorzink getränkte und ungetränkte Schwellen zu verlegen. Dr. S.

### Schlagprobe für Schienenstöfse.

Das Bureau of Standards in Washington hat seit einiger Zeit umfangreiche, von der Industrie und den Bahnen unterstützte Arbeiten laufen, bei denen die Festigkeit und das Verhalten von geschweifsten Schienenstöfsen bei Dauerschlagproben ermittelt werden soll. Die Schlagmaschine besteht im wesentlichen aus einem Fallbären von rund 180 kg Gewicht, der aus 150 mm Höhe 65 bis 75 Mal in der Minute auf den Schienenstofs schlägt. Die Schlagstelle wird rund 50 mm (2 Zoll) seitlich der Stofsfuge gewählt, was sich im Laufe der Versuche als zweckmäfsig erwiesen hat und die natürlichen Verhältnisse bei einem schlechten Stofs nachahmen soll.

Der Stofs (Schienenstück von etwa 1,2 m Länge) ruht auf zwei kräftigen Stützen in 55 cm Abstand, die wie zwei hohe Brückenlager aussehen und auf einer schweren gufseisernen Grundplatte aufsitzen, die abgefedert ist. Dieser Ambofs ist so schwer und so abgefedert, dafs er zwischen 2 Schlägen zu Ruhe kommt. Sein Gewicht beträgt etwa 7200 kg. Die Erschütterungen die er erleidet, sind deshalb ganz unwesentlich.

Die Versuchsstöfse werden den in den verschiedenen Teilen der Vereinigten Staaten üblichen Bauarten geschweifster Stöfse nachgebildet. Nach den bisherigen Versuchen hat sich noch kein Zusammenhang aufdecken lassen zwischen der Anzahl der Schläge bis zum Bruch des Stofses — die zwischen 150 000 und 200 000 lag — und der Anzahl der Belastungen des Stofses im Betriebe bis zu seiner Zerstörung. Es hat sich nur gezeigt, dafs die Angriffe auf den Stofs durch die Schlagmaschine erheblich stärker zu sein scheinen als durch die Wagenräder. Vor dem Entwurf der Schlagmaschine war durch Versuche mit Hilfe von Blei am Gleise selbst die Gröfse der Raddrücke untersucht und die Gröfse des Fallgewichtes danach bestimmt worden.

Die Stofsuntersuchungen werden voraussichtlich noch bis Ende dieses Sommers dauern. Gl.

### Russische Mechanisierungsversuche in der Bahnunterhaltung, insbesondere für das Unterstopfen der Schwellen.

In der russischen Fachzeitschrift „Technika i Ekonomika Putej Soobchenja" schreibt Ingenieur Wedenisow über „Mechanisierung der Bahnunterhaltungsarbeiten, insonderheit der Schwellenunterstopfung". Der Aufsatz beschreibt die aussichtsvollen Ergebnisse der Anwendung mechanischer Unterstopfung auf der Bahn New York, New Haven and Hartford R. R. im Jahre 1898 in Form des Einblasens, eines Verfahrens, das verdrängt wurde, als am Ende des vorigen und bei Beginn des jetzigen Jahrhunderts die Technik der pneumatischen und elektrischen Maschinen schnelle Entwicklung fand, die verhältnismäfsig einfach schnell aufeinander folgende (bis 400 und mehr in der Minute), stofsartige Bewegungen des Stopfers herbeizuführen, aber auch die Stärke der Stöfse und ihre Zahl in der Zeiteinheit zu regeln erlaubten und damit der Anforderung, nicht starke, aber schnell und gleichmäfsig aufeinander folgende Schläge zu erzeugen, gerecht zu werden imstande waren. Als Beispiel führt er nach Engineering News vom 17. Dezember 1914 die pneumatische Stopfhacke der Firma Ingersoll Rand vor, deren Ergebnisse derart befriedigten, dafs schon gegen Ende 1914 auf der New York Central R. R. zwölf solche Maschinen (eine auf etwa 350 km Bahn) eingeführt wurden. Der Aufsatz geht weiter auf die mechanische Schwellenstopfmaschine des bekannten französischen Ingenieurs Collet ein, die auf französischen Eisenbahnen ausgedehnte Anwendung fand, insbesondere auf der Paris – Lyon—Mediterranée und sowohl für Sand- wie für Schotterbettung voll befriedigte, und berührt schliefslich kurz die deutschen Mechanisierungsversuche für die Schwellenunterstopfung auf den preufsisch-hessischen Bahnen.

Bei dem Berichte über die russischen Versuche im Jahre 1914 geht Wedenisow davon aus, dafs die Mehrzahl der Urteile über die Anwendung pneumatischer Unterstopfung günstig seien, dafs sich aber im Schrifttume auch abfällige Urteile vorfinden, leider ohne die nötigen Einzelheiten. Um zu zeigen, auf welche Weise ein solch ungünstiger Eindruck von der pneumatischen Unterstopfung sich herausbilden kann, führt Wedenisow einen Versuch mit pneumatischer Schwellenunterstopfung an der Bahn Moskau—Kasan vom Jahre 1914 an, wobei zunächst eine amerikanische Maschine von Ingersoll, probeweise auch eine solche von Collet verwendet wurde. Die Versuche in Sandbettung erwiesen sich als befriedigend, nachdem man auf einen Stopfer aus Holz übergegangen war und die Abbiegung des Endes der Stopfhaue in einer dem russischen Arbeiter mehr liegenden Art geändert hatte. Noch mehr befriedigten die Versuche in Schotter. Ein eben eingeleiteter Versuch im grofsen wurde durch den Kriegsausbruch abgebrochen.

Für russische Verhältnisse kommt Wedenisow zu folgenden Schlüssen:

1. Die Mechanisierung der Gleisarbeiten, insbesondere der Schwellenunterstopfung ist vorzugsweise da zweckmäfsig, wo starker Mangel an Arbeitskräften herrscht, und wo dichter Verkehr und grofse Geschwindigkeit der Züge zu schneller Arbeitsdurchführung und zur tunlichsten Verhinderung von Störungen zwingt. Insonderheit ist die Mechanisierung der Schwellenunterstopfung an den Punkten des Gleises zweckmäfsig, wo die Arbeit von Hand erschwert ist, z. B. bei nahe aneinander liegenden Schwellen, bei Eisenschwellen kastenförmigen Querschnitts, in Weichen u. a. m.

2. Die wirtschaftliche Eignung der Mechanisierung der Gleisarbeiten und der Schwellenunterstopfung insbesondere liegt bei ihrem derzeitigen Stande nicht so sehr in unmittelbarer Verbilligung der Arbeit, als a) in der Möglichkeit tatsächlicher Verbesserung der Beschaffenheit der Arbeit, auf Grund deren sich die Abnützung, die Formänderung und die Brüche an Einzelteilen des Gleisoberbaues, aber auch des Fahrparkes mindern und b) in der Möglichkeit, die Arbeit an einer bestimmten Stelle seltener als bei Ausführung von Hand machen zu müssen; infolgedessen wird innerhalb eines bestimmten Zeitraumes die Anzahl der zuweilen recht kostspieligen Eingriffe eingeschränkt und im Schlufsergebnis können die Kosten billiger sein als bei Arbeiten von Hand.

3. Die Wahl einer für die russischen Bahnen zweckmäfsigen Form der Kraftmaschine, aber auch der Draisine, der Überleitung der Energie, des Zubehörs u. a. mufs nach den örtlichen Umständen erfolgen und sich nach der genauen Erforschung der Einrichtungen für die verschiedenen Zwecke richten.

4. Rechtzeitig sind für die Erprobung in Rufsland einige solche Einrichtungen zu beschaffen und es sind diese unter verschiedenen Bedingungen zu erproben.

5. Die Versuche sollen in den Strecken gemacht werden, in denen das Verfahren später endgültig angewendet werden soll.

6. Die Versuche der Mechanisierung der Unterstopfung sollen immer an einem Satz von fünf Stopfhauen, darunter eine zur Reserve, vorgenommen werden.

### Die Arbeiten der Brückenversuchsstationen des russischen technischen Ausschusses und der Zustand der russischen Eisenbahnbrücken.

Auf S. 122 des Organs 1923 haben wir über bemerkenswerte Untersuchungen der Kiewer Brückenversuchsstation berichtet. Der gleichen Fachzeitschrift Technika i Ekonomika, aus der wir den damaligen Bericht schöpften, entnehmen wir (Nr. 11, Jahr 1923) einen Fortgangsbericht der drei russischen Versuchsstationen in Moskau, Kiew und Petrograd.

Die Moskauer Versuchsstation arbeitete in der Berichtszeit, Juli bis Oktober 23, in angestrengtem Zeitmafse. Sie untersuchte vor allem die alten Brücken der Nikolaibahn aus den 60er und 70er Jahren behufs allgemeiner Aufklärung des Zustandes der Brücken nach Haltbarkeit, Standsicherheit und Möglichkeit, schwerere

Maschinen verkehren zu lassen. Die Untersuchungen erwiesen, dafs alle Brücken äufserst schwach waren und schwereren Verkehr nicht zuliefsen. Die Untersuchung führte vielmehr dazu, dafs die Geschwindigkeit auf 10 Werst/Std. und bei zweien gar auf 5 Werst/Std. unter Vorangehen des Zugführers eingeschränkt werden mufste. Als schwächster Teil stellte sich die Fahrbahn heraus, die an einigen Brücken ernsthafte Beschädigungen aufwies, die immer von neuem wieder an den Stellen der Befestigung der Längsträger an den Querträgern auftreten. An der Brücke über den Sejmflufs wurden die steinernen Auflager, die stark beschädigt waren, untersucht und interessante Schaulinien über das Verhalten der Risse unter dem Vorübergang der Züge erzielt. Ungünstige Ergebnisse lieferten auch 13 Brückenöffnungen über die Wolga bei Sisran und eine Reihe sonstiger Brücken.

Die Kiewer Station untersuchte ebenfalls eine grofse Anzahl von Brücken auf die Zulässigkeit schwererer Maschinen, gestattete letztere aber nur bei wesentlichen Beschränkungen der Geschwindigkeit.

Die Petrograder Brückenversuchsstation schritt innerhalb des angegebenen Zeitraumes nach Abschlufs ihrer Einrichtungsarbeiten zu ihren ersten Brückenuntersuchungen und zwar an der Riga—Oreler Bahn behufs Feststellung ihres Zustandes nach 50jährigem Bestande und Entscheidung über Zulassung schwererer Lokomotiven. Die Brücken zeigten sich als sehr schwach und die Untersuchung führte statt zu Erleichterungen zu wesentlichen Verkehrsbeschränkungen sowohl nach der Schwere der Verkehrslasten als nach deren Geschwindigkeit, die auf 5 Werst/Std. herabgesetzt wurde. Bei der Untersuchung der Brücke über den Osterflufs ergaben sich bemerkenswerte Beobachtungen über die Formänderungsarbeit einstweiliger Holzstützen, die die Spannweite dreifach unterteilen. Die Beobachtungen zeigten eine aufserordentliche Elastizität der angewendeten Art einstweiliger Stützen, die das Arbeiten des Trägers in günstiger Weise erleichtert. Die von der gleichen Versuchsstation an der Brücke über den Wolchow an der Murmanbahn, Linie Petrograd—Tichwin, beobachteten Schwankungen der 13 Saschen über Normalwasserstand hohen Pfeiler geben aus den Schaulinien die Möglichkeit, den Elastizitätsmodul des Mauerwerks zu finden und die Richtung der dynamischen Kräfte in den Pfeilern festzustellen. Dr. S.

### Die Schwellenwerkstatt der London und Nordost-Eisenbahn in West Hartlepoole.

(Railway Gazette, Nr. 22 vom 29. 5. 1925.)

Bisher hat die London und Nordost-Eisenbahn ihre Schwellen in West Hartlepoole nur getränkt; die Schwellen wurden dann gleich versandt, und erst auf der Strecke wurden die Schienenstühle aufgebracht. Neuerdings hat die Eisenbahngesellschaft ihre Schwellentränkanstalt zu einer Vorrichtewerkstatt ausgebildet, wo die Schwellen gleich mit den Stühlen versehen werden, so dafs der gröfste Teil dann fertig zum Verlegen auf die Strecke kommt.

Die Schwellen kommen zu Schiff in Blöcken von 25 × 25 cm Querschnitt und 2,6 m Länge an; sie werden über Bord ins Wasser geworfen und dort zu Flöfsen von 600 bis 700 Blöcken zusammengestellt, um so zu einem besonderen Becken gebracht zu werden, wo sie liegen bleiben, bis sie gebraucht werden. Das Lagerbecken hat eine Fläche von 3 ha und fafst 150000 Blöcke. Je nach Bedarf werden die Flöfse aufgelöst. Die einzelnen Blöcke gelangen dann durch ein Gerinne zur Sägemühle, wo sie von einem Aufzug erfafst und der Säge zugeführt werden, die sie in der Längsrichtung durchschneidet, so dafs aus jedem Block zwei Schwellen entstehen. Auf Rollwagen kommen die Schwellen zum Lagerplatz, der Raum für 300000 Stück bietet. Hier werden sie von einem Dampfkran erfafst und zu 10 m hohen Stapeln aufgebaut. Sie lagern hier sechs bis neun Monate ab, bis sie vollständig trocken sind.

Vom Lagerplatz gelangen die Schwellen zur Bohrmaschine, die sie mit sechs Bohrlöchern versieht; die Zuführung zur Maschine, die täglich 1560 Schwellen bearbeitet, geht selbsttätig vor sich. Die Schwellen werden dann zu je 48 Stück auf Wagen besonderer Bauart verladen, die, zu je sieben auf einmal, in den Tränkzylinder eingefahren werden. In diesen wird Kreosotöl unter einem Druck von 7 at eingeprefst. Jede Schwelle nimmt etwa 12,5 l der Tränkflüssigkeit auf. Das Tränken dauert etwa eine Stunde. Jährlich werden etwa 300000 bis 400000 Schwellen getränkt; dazu kommen noch erhebliche Mengen anderer Hölzer.

Nunmehr gelangen die Schwellen in einen Schuppen, wo die Schienenstühle aufgebracht werden. Diese sind aus Gufseisen im Gewicht von 18 bis 21 kg, je nach der Bauart des Oberbaus. Nachdem sie mit Hilfe eines Schwerkraftförderers von dem Wagen, auf dem sie ankamen, einem grofsen Lagerplatz zugeführt worden sind, werden sie auf einer Hängebahn vom Lagerplatz angefördert und neben einer Maschine abgelegt, die in ihre Löcher Hülsen aus Eichenholz einprefst. Auf einem Schwerkraftförderer gelangen die Schienenstühle weiter auf ein Stahlförderband, von dem sie durch Arbeiter abgenommen werden, um auf die Schwellen aufgesetzt zu werden, die von der anderen Seite anrollen. Unter den Schienenstuhl kommt eine Filzunterlage. Die Schrauben werden von Hand eingesetzt und mit Hämmern durch die Eichenhülsen in die Löcher der Stühle getrieben. Dann gelangen die Schwellen mit den Stühlen unter eine Maschine, die erst die Spurweite prüft und dann die Schrauben fest anzieht. Die Spindeln zum Anziehen der Schrauben sind in Gruppen zu dreien vereinigt; sie passen sich selbsttätig den Ungenauigkeiten in der Stellung der Schraubenköpfe an. Zwei solche Maschinen können zusammen 1200 bis 1400 Schwellen am Tage bearbeiten. Die Schwellen, die nun fertig zur Verwendung sind, gelangen endlich auf einem Aufzug zu einem Ladesteig an einem besonderen Ladegleis, von wo sie versandt werden.

Die Werkstatt ist so angelegt, dafs unnütze Bewegungen der Schwellen möglichst vermieden werden. Auch Handarbeit ist, soviel wie möglich, ausgeschaltet. Die Verwaltung spricht sich über die Leistungsfähigkeit befriedigt aus. We.

## Lokomotiven und Wagen.

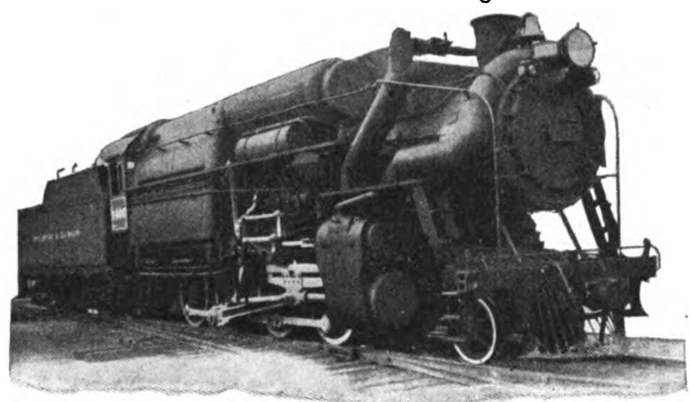
### 1 D-h 2 v Hochdrucklokomotive der Delaware- und Hudson-Bahn.

(Railway Age 1925, 1. Halbj., Nr. 6.)

Hierzu Abb. 1 bis 5 auf Tafel 23.

Die neuartige in der Textabbildung dargestellte Lokomotive wurde Ende 1924 von der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft fertiggestellt. Entsprechend den neueren Bestrebungen im Dampfmaschinenbau hat man bei ihr versucht, durch Erhöhung des Dampfdrucks die Wirtschaftlichkeit zu heben. Obwohl dabei tastend vorgegangen und der Druck nur auf 24,6 at festgesetzt wurde, war doch schon eine von der bisherigen stark abweichende Bauart des Kessels erforderlich, der mit seiner Wasserrohrfeuerbüchse am ehesten dem Brotan-Kessel zu vergleichen ist, aber dennoch wieder stark von diesem abweicht. Er besitzt wie dieser einen unteren Hauptkessel sowie zwei Oberkessel, welch letztere einen Durchmesser von je etwa 750 mm aufweisen und sich als Dampfsammler von der Hinterwand der Feuerbüchse bis beinahe zur vorderen Rohrwand erstrecken. An ihrem vorderen Ende sowie vor und hinter der Feuerbüchse sind sie untereinander und mit dem Hauptkessel durch Kammern, aufserdem im vorderen Teil noch untereinander durch vier Rohre verbunden. Die Kammern sind je aus zwei Blechen zusammengesetzt, die aufsen gegeneinander gebogen und vernietet, unten durch Stahlgufsböden geschlossen und im Innern durch Stehbolzen versteift sind. Die am Vorderende der Feuerbüchse liegende Kammer bildet zugleich die Feuerbüchsrohrwand, diejenige am hinteren Ende enthält die Feuertür. Den unteren, seitlichen Abschlufs der Feuerbüchse bilden zwei Grundrohre, die ebenfalls aus Blechen zusammengesetzt und mit den Feuerbüchskammern verbunden sind. Die Oberkessel und Grundrohre sind zum seitlichen Abschlufs der Feuerbüchse durch insgesamt 306 Rohre verbunden. 102 Stück davon haben 63,5, 204 Stück 51 mm Durchmesser. Damit die Heizgase möglichst zwischen diesen Rohren hindurchgetrieben werden, liegt durch die ganze Länge der Feuerbüchse auf einigen Wasserrohren ein Feuerschirm, der nur seitlich etwas absteht. Der Hauptkessel von rund 1650 mm Durchmesser ist ganz mit Wasser gefüllt und enthält eine Reihe von Heiz- und Rauchrohren. Die Oberkessel und Grundrohre sind von hinten, der Hauptkessel vorn von der Seite aus durch Mannlöcher zugänglich. Der Dampf sammelt sich in zwei 150 mm weiten Rohren, die sich im vorderen Teil der Oberkessel befinden und oben eine Reihe von 13 mm grofsen Bohrungen haben. Er gelangt von dort über ein Verbindungsstück und ein gemeinsames zwischen den Oberkesseln liegendes Rohr, in welches noch ein Wasserabscheider eingebaut ist und das auch den Regler enthält, in den Dampfsammelkasten. Dieser kann der Einfachheit halber mit einem Teil der Rauchkammerdecke nach oben ausgebaut werden. Die Überhitzer-

schlangen haben nur eine Schleife. Das nach hinten führende Rohr ist spiralförmig um das nach vorn führende gewunden und beide sind hinten in einem Abstand von 30 cm von der Feuerbüchsrohrwand in ein Stahlgufsstück geschraubt und verschweifst. Durch die Spiralbewegung soll der Dampf stärker vermischt und in eine innigere Berührung mit der Heizfläche gebracht werden, woraus eine Verbesserung der Überhitzung erwartet wird. Vom Sammelkasten gelangt der Dampf durch ein aufserhalb der Rauchkammer liegendes Rohr in den auf der rechten Seite sitzenden Hochdruckzylinder, von diesem wiederum aufserhalb über die Rauchkammer geführt in den links



1 D-h 2 v Hochdrucklokomotive der Delaware- und Hudson-Bahn.

liegenden Niederdruckzylinder von über 1 m Durchmesser. Zum Anfahren kann selbsttätig oder von Hand dem Niederdruckzylinder durch ein Anfahrventil nach Mellin Frischdampf zugeführt werden. Zur Dampfverteilung dient eine Young-Steuerung mit Kolbenschiebern von 305 bzw. 356 mm Durchmesser. Bemerkenswert ist auch der Rahmen. Die Haupt-Rahmenwangen enden hinter den Zylindern; an sie ist ein grofses Stahlgufsstück angeschraubt, das die Zylinder trägt, die Bisselachse aufnimmt und zugleich noch als vorderer Querträger für Kupplung und Kuhfänger ausgebildet ist. Weitere Einzelheiten sind aus den Zeichnungen auf Taf. 23 zu entnehmen.

Der vierachsige Tender besitzt in seinem hinteren Drehgestell als Zusatzdampfmaschine einen sogenannten Tender-Booster. Auf diese Weise soll ein Teil des Tendergewichts zur Erhöhung der Lokomotivzugkraft herangezogen werden.

Man erwartet von der Lokomotive eine Kohlenersparnis bis zu 39%. Davon sollen 15% allein durch die Drucksteigerung gewonnen werden, der Rest durch die Verbundanordnung und den verbesserten Wirkungsgrad des Wasserrohrkessels, bei dem 37% der Heizfläche auf die Feuerbüchse entfallen, gegenüber weniger als 10% beim Kessel der Regelbauart. Wenn die Überhitzerheizfläche mit nur 53,8 qm, d. h. rund 1 : 5,5 der Verdampfungsheizfläche gering erscheint, so beruht dies darauf, dafs die Temperatur des Hochdruckdampfes schon rund 80° C höher ist als bei den üblichen Drücken, so dafs also, solange man mit der Heifsdampftemperatur an Höchstwerte von 300 bis 350° C gebunden ist, eine geringere Überhitzung erforderlich ist als beim Regelkessel.

Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind im folgenden zusammengestellt:

| | |
|---|---|
| Kesselüberdruck p | 24,6 at |
| Zylinderdurchmesser: Hochdruck d | 597 mm |
| „ Niederdruck $d_1$ | 1041 „ |
| Kolbenhub | 762 „ |
| Kesselmitte über Schienenoberkante | 2781 „ |
| Heizrohre: Anzahl | 145 Stück |
| „ Durchmesser | 51 mm |
| Rauchrohre: Anzahl | 42 Stück |
| „ Durchmesser | 136,5 mm |
| Rohrlänge | 4572 „ |
| Heizfläche der Feuerbüchse samt Tragrohren | 110,7 qm |
| „ der Rohre | 187,0 „ |
| „ des Überhitzers | 53,8 „ |
| „ — im Ganzen — H | 351,5 „ |
| Rostfläche R | 6,63 „ |
| Durchmesser der Treibräder | 1448 mm |
| „ „ Laufräder | 965 „ |
| Fester Achsstand (Achsstand der Kuppelachsen) | 5487 „ |
| Ganzer Achsstand der Lokomotive | 8839 „ |
| „ „ „ „ einschl. Tender | 20009 „ |
| Reibungsgewicht $G_1$ | 135,3 t |
| Dienstgewicht der Lokomotive G | 157,7 „ |
| „ des Tenders | 89,6 „ |
| Vorrat an Wasser | 34,0 cbm |
| „ „ Brennstoff | 13,8 t |
| Zugkraft mit Zwillingswirkung (nach der Quelle) | 38200 kg |
| „ „ Verbundwirkung (nach der Quelle) | 31800 „ |
| „ der Zusatzdampfmaschine | 8920 „ |
| Zylinder-Raumverhältnis | 1 : 3,05 |
| H : R | 53 |
| H : G | 2,23 |
| H : $G_1$ | 2,6 |

R. D.

# Bücherbesprechungen.

**Dr. Franziska Baumgarten,** Arbeitswissenschaft und Psychotechnik in Rufsland. München und Berlin 1924. Verlag Oldenbourg. Preis 3,60 Reichsmark.

Das Büchlein bringt eine lediglich berichtende Zusammenstellung der Bestrebungen, die in Rufsland seit dem staatlichen Umsturz aufgetreten sind, um das Wirtschaftsleben psychologisch zu durchdringen. Diese Aufgabe ist sicherlich für Rufsland besonders schwer, und es scheint, als ob die Bewegung zunächst nur von einer dünnen Oberschicht wissenschaftlicher Kreise getragen ist. Wo ein Versuch gemacht wurde, die Erkenntnisse ins Volksbewufstsein zu tragen, kam eigentlich nicht viel mehr zutage als das politische Schlagwort, wie etwa „Marxismus plus Amerikanismus". Immerhin beleuchten solche Prägungen grell die Lage mit ihrem Zwiespalt. Im übrigen mufs man aber den Russen lassen, dafs sie zum Teil recht tiefschürfend vorgegangen sind. In dem Mifstrauen gegen die kapitalistische Wirtschaftseinstellung Westeuropas und Amerikas, die als „fetischisierte Produktion" bezeichnet wird, suchen sie neue Wege, die der Eigenart des russischen Volkes entsprechen. So kam z. B. Gastew zu einer grundsätzlichen Unterscheidung von „Schlagmenschen" und „Druckmenschen". Für diese beiden Temperamente hat er Arten der Anlernung ausgebildet, die durchaus neuzeitlich anmuten und in vielem an Dr. Friedrich, Karlsruhe, erinnern. Freilich wenden die russischen Gegner Gastews ein, dafs es schwer, ja aussichtslos sei, aus solch weitgehend vereinfachten Grundlehren Nutzen für das vielgestaltige Wirtschaftsleben herauszuarbeiten. Aber auch sonst haben sich die Russen bemüht, den Dingen auf den Grund zu gehen. Es kamen dabei nicht nur ahnungsvoll-mystische Anschauungen heraus, sondern auch eine ganze Zahl neuer „-logieen", wie etwa die „Reaktologie" Kornilows oder die „Reflexologie" Bechterews.

Es ist sehr fesselnd, zu beobachten, wie sich ein jugendliches Volk mit den Wehen eines neuen Zeitalters abzufinden sucht, und man mufs der Verfasserin Dank wissen, dafs sie uns in ein Gebiet geführt hat, das dem fremden Blick bisher so gut wie verschlossen war. Der Korrekturleser freilich hat manchen Druckfehler in dem Büchlein stehen lassen; er rechnete offenbar auf „geneigte Leser".

Dr. Bl.

**Grundlagen und neuere Fortschritte der Zahnraderzeugung.** Nebst zwei Anhängen: Begriffe und Bezeichnungen für Stirn- und Kegelräder. Die Benutzung der Evolventenverzahnung für kleine Zähnezahlen (Zahnkorrektur). Mit 106 Abbildungen. 1925 Din-B 5, IV, 70 Seiten. Preis geheftet RM. 5.—. Vorzugspreis für VDI-Mitglieder RM. 4.50. Von Karl Kutzbach, Professor an der Technischen Hochschule Dresden.

Die Schrift unterzieht das ganze Gebiet der Zahnraderzeugung einer grundlegenden Betrachtung. Sie enthält nicht nur die neuesten Verfahren und Bestrebungen, sondern weist auch neue Wege, die für den Bau von Zahnrädern besonders wertvoll sind. Die Zahnformverbesserung (Zahnkorrektion) wird in einem Anhang behandelt und durch zahlreiche Beispiele für Stirnräder, Kegelräder und Schraubenräder, die sich für den Entwurf von Zahnrädern mit niedrigen Zähnezahlen vortrefflich verwenden lassen, verständlich gemacht. Das leichtfafslich und anregend geschriebene Büchlein ist ein unentbehrlicher Ratgeber für alle die, die sich mit dem Entwurf, der Herstellung und der Verwendung von Zahnrädern befassen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

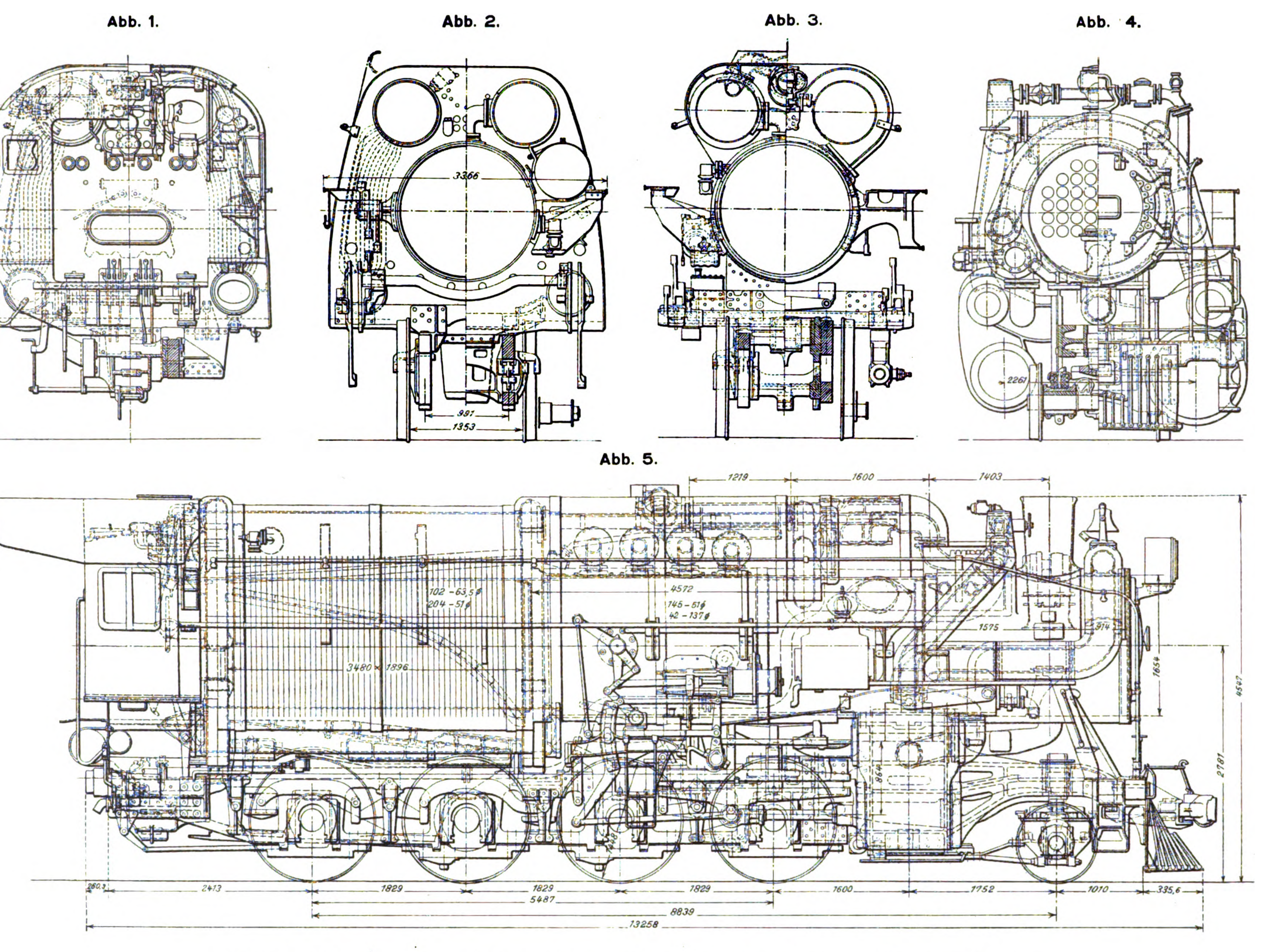



Abb. 1 bis 5. 1 D-h2v Hochdrucklokomotive der Delaware- und Hudson-Bahn.

C.W.Kreidel's Verlag. München.
Lith. Anst. v. F. Wirtz. Darmstadt.



# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr.-Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr.-Ing. A. E. Bloss, Dresden.

80. Jahrgang | 15. September 1925 | Heft 17

## Sicherung des Eisenbahnbetriebes gegen Lawinengefahren.

Von Ministerialrat Ingenieur **Alois Bierbaumer**, Vorstand der Fachgruppe für Bau- und Konstruktionsangelegenheiten in der Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen.

Hierzu Abb. 1 bis 18 auf Tafel 24.

Die Linien der österreichischen Bundesbahnen wurden im Laufe des schneereichen Winters 1923/24 vielfach von abstürzenden Schneelawinen getroffen, in besonders empfindlicher Weise an zwei Stellen, und zwar am 6. Januar 1924 an der Westrampe der Arlbergbahn aus dem Simastobel bei Langen und am 8. Februar 1924 auf der Linie Amstetten—Selztal aus dem unterhalb des Tamischbachturmes gelegenen Haindlkar bei Hieflau (Gesäuse). Die Schneemassen, durch die die Bahn bei diesen Lawinenstürzen überschüttet wurde, waren so

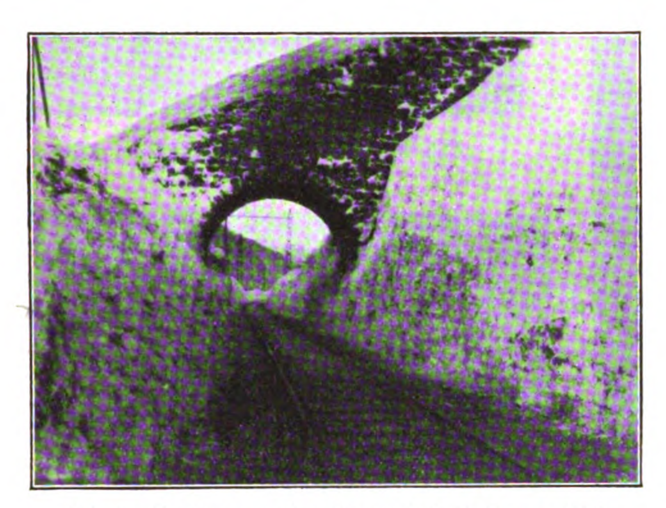


Abb. 1. Lawine aus dem Simastobel, 6. Januar 1924.

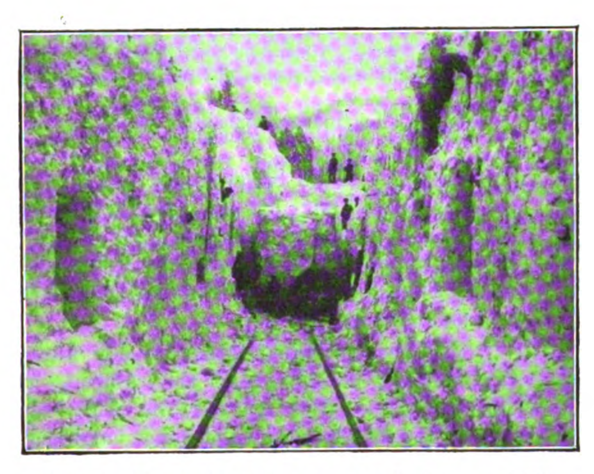


Abb. 2. Tamischbachturmlawine, 8. Februar 1924.

bedeutend (siehe Textabb. 1 und 2), dafs ihre Beseitigung einen Zeitaufwand von mehr als einer Woche erforderte, wobei der Bahnverkehr selbstverständlich unterbrochen war.

Diese Ereignisse haben naturgemäfs Anlafs gegeben, dafs die ohnehin den Gegenstand fortwährender und eingehender Studien bildende Frage, welche Mafsnahmen zum Schutze des Bahnbetriebes gegen solche Ereignisse zu treffen seien, neuerlich und nachdrücklichst zur Erörterung kam. Diese Erörterungen haben Ergebnisse gezeitigt, die für die Fachwelt von Interesse sein dürften und deshalb im nachstehenden auszugsweise mitgeteilt werden sollen.

Sie führten, wie wohl immer, auch im vorliegenden Falle in erster Linie zur Frage der Verbauungen der Lawinenanbruchsgebiete und zwar in der Erwartung, dafs mit diesen, mit verhältnismäfsig einfachen Mitteln, wie Verpfählungen, hölzernen Schneerechen, schlimmsten Falles Trockenmauern, durchzuführenden Verbauungen die geringsten Auslagen verbunden wären und das Übel an der Wurzel anzufassen und zu beheben sei.

Den österreichischen Bundesbahnen wurde seitens der Generaldirektion der schweizerischen Bundesbahnen die Beiziehung eines schweizerischen Lawinenfachmannes — Dipl.-Ing. Paul Schucan, Chur — empfohlen, der sich an den bezüglichen Studien auch in anerkennenswertester Weise beteiligt hat.

Die Studien wurden zunächst am Arlberg begonnen, wo bekanntlich schon seit Jahrzehnten Verbauungen bestehen, die seinerzeit sogar als mustergiltig betrachtet worden sind.

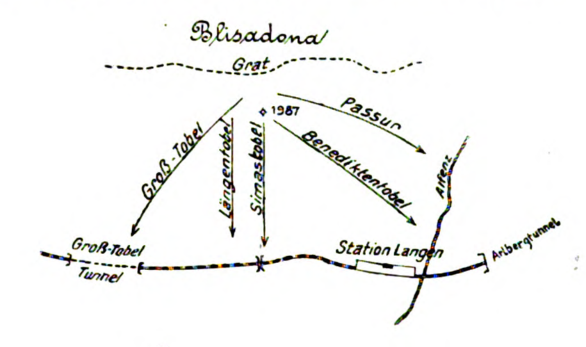



Abb. 3. Übersicht über das Blasegg-Gebiet.

Der eingangs erwähnte Simastobel bildet einen Teil dieser am Arlberg bereits verbauten Lawinengebiete und zwar des Blasegg-Gebietes. Die Verbauung dieses Gebietes wurde in den 90er Jahren des verflossenen Jahrhunderts begonnen und im Laufe der bis zum Beginne des Weltkrieges folgenden Jahre vielfach ergänzt (siehe Textabb. 3 bis 6). Die Verbauung erfolgte in der aus Textabb. 7a und b ersichtlichen Weise und mit den aus dieser Abbildung ebenfalls zu entnehmenden Bauformen. Diese unterscheiden sich im wesentlichen nicht von den zur damaligen Zeit auch anderwärts zur Verbauung von Lawinengebieten bereits gebräuchlichen Bauformen, nur wurden sie schon etwas höher, als damals sonst üblich, nämlich für eine Schneelage von 2,0 m Höhe ausgeführt. Der unmittelbar angestrebte Zweck dieser vielfach mit vergänglichem Baustoffe (schwachem Holz) durchgeführten Verbauungen war, den gefallenen Schnee auf den geneigten Lehnen (am Arlberg meist Grasleiten — Bergmähder — mehr oder weniger bestockt) zurückzuhalten und solchermafsen die Aufforstung der unbestockten Flächen zu ermöglichen. Der eigentliche und dauernde Lawinenschutz sollte dann durch den durch die Aufforstung erzielten Hochwald bewirkt werden.

Nach Ausführung dieser Verbauungen, die sich jedoch nicht nur auf den Simastobel, sondern auch auf mehrere andere Lawinengebiete erstreckte, gestalteten sich die Verhältnisse am Arlberg wesentlich günstiger. Es war also fraglos ein Erfolg zu verzeichnen, dieser konnte aber immerhin nicht als ein vollständiger bezeichnet werden, und zwar deshalb nicht, weil die in den verbauten Gebieten zur Ablagerung gelangten Schneemassen zwar in vielen, keinesfalls aber in allen Fällen vollständig zurückgehalten wurden. Beim Zusammentreffen ungünstiger

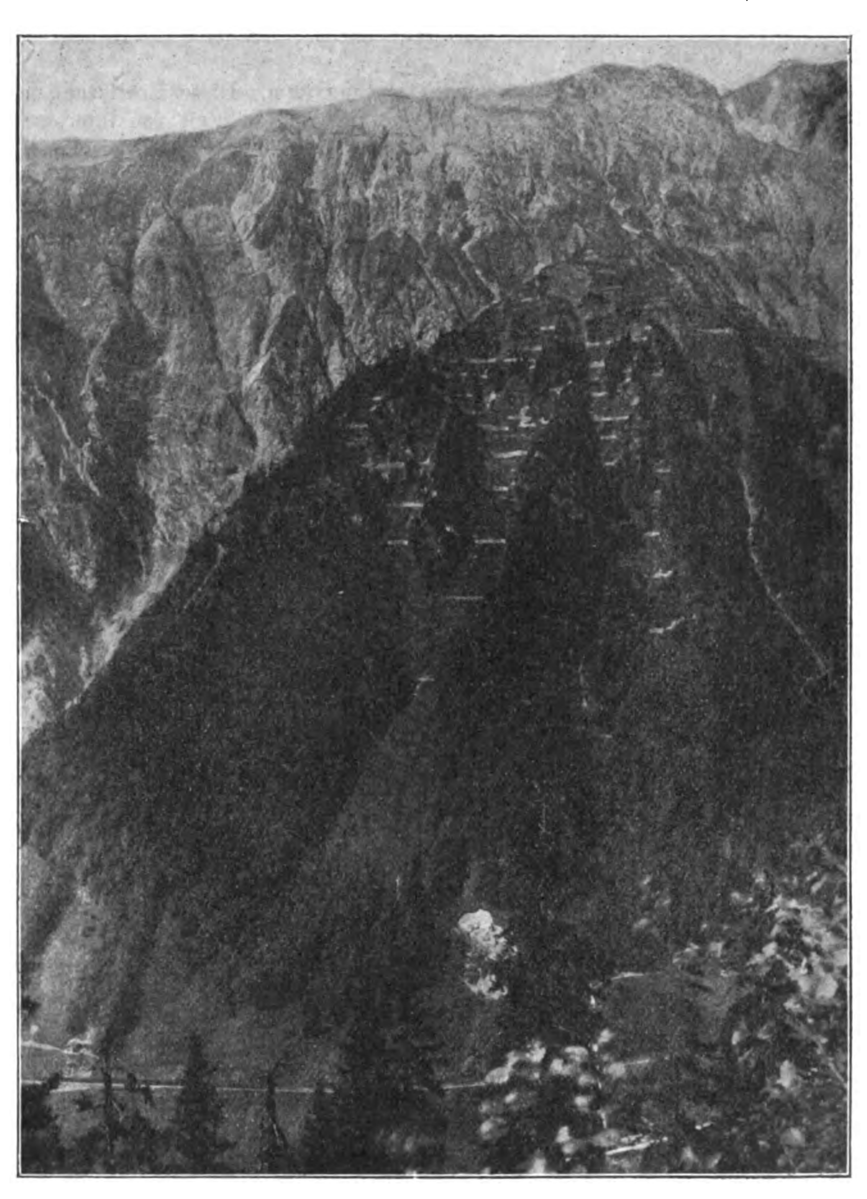


Abb. 4. Lawinenschutzbauten im Simastobel bei km 111,1—111,6 (Stat. Langen-Klösterle). Die wagrechten hellgrauen Striche stellen Schutzmauern dar.

Umstände traten auch nach Durchführung der Verbauungen noch Störungen des Betriebes durch abstürzende Schneemassen ein. Soweit der Eintritt solcher ungünstiger Umstände vorauszusehen war, suchte man deren Wirkung durch Errichtung von Schneemauern zu begegnen.

Die Herstellung dieser Schneemauern (siehe Abb. 1 auf Taf. 24 und Textabb. 8 und 9) erfolgte in der Weise, dafs mittels breiter eiserner Schneeschaufeln aus dem verharschten Schnee quaderförmige Stücke gestochen und aus diesen Stücken Mauern aufgeführt wurden, die ganz gewaltige Abmessungen (Stärken von 4 m, Höhen von 10 bis 12 m und darüber) aufwiesen und so angelegt wurden, dafs ihnen die bei der Verbauung des Gebietes hergestellten Trockenmauern als Fufs dienten.

Auch mit diesen allerdings etwas kostspieligen Mafsnahmen sind Erfolge erzielt worden. Doch steht aufser Frage, dafs auf eine Wirkung solcher Schneemauern nur dort zu rechnen ist, wo sie etwa am unteren Rande einer Geländeverflachung errichtet werden können (Abb. 1 auf Taf. 24), weil sich nur an solchen Stellen hinter den Schneemauern ein ausreichender Fangraum ergibt. Überdies wäre an steilen Stellen der Lehne die Herstellung von Schneemauern aus dem Grunde nicht ratsam, weil durch das Ausstechen der Schneequadern sehr leicht

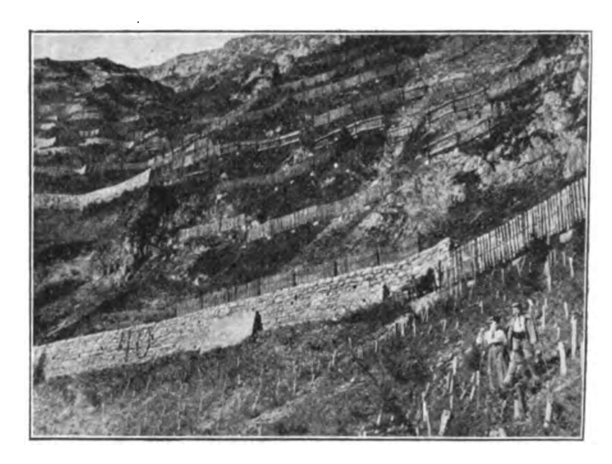


Abb. 5. Lawinenschutzbauten am Arlberg.



Abb. 6. Lawinenschutzbauten im Blasegg-Gebiet.

Bewegungen in die Schneedecke kommen können, so dafs nicht nur die bei der Herstellung der Mauern verwendeten Arbeiter einer unmittelbaren Gefahr ausgesetzt wären, sondern unter Umständen auch Abgänge gröfserer Schneemassen befürchtet werden müfsten.

Die Erfolge, die mit den in den 90er Jahren begonnenen Verbauungen am Arlberg erreicht wurden, waren daher — trotz der für die nach damaligen Begriffen eigentlich grofszügigen Mafsnahmen und der später vorgenommenen Ergänzungen und Vervollständigungen — vor Beginn des Weltkrieges 1914 auch keineswegs vollständig befriedigende, d. h. solche, wie sie etwa mit der Herstellung von Schutzgalerien oder Tunneln zu erzielen sind. Zu einem vollen Erfolge fehlte die — wenn auch in einem gewissen Mafse erhöhte, so doch nicht vollständig erreichte — Sicherheit gegen Verkehrsstörung. Auch waren die Erhaltungskosten, sowie die Kosten des sich allmählich trotz der Verbauung noch als erforderlich herausstellenden Lawinendienstes, zu dem unter anderem die Herstellung der vorbeschriebenen Schneemauern zu zählen ist, doch sehr bedeutend.

Die Bahnverwaltung war sich darüber keinesfalls im Unklaren; der Ausbruch des Weltkrieges verhinderte indes sowohl die weitere Ausgestaltung der Lawinenverbauungen als auch die Durchführung vieler anderer Maſsnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit.




Abb. 7a. Lawinenschutzbauten im Blasegg-Gebiet.

Die Nachteile dieser, allerdings nicht freiwilligen, sondern auf den Zwang der Verhältnisse zurückzuführenden Einschränkung der Ausgestaltung der so dringend notwendigen Schutzbauten kamen im Winter 1923/24 zutage. Anfangs 1924 traten Schneefälle ein, die sich ebenso sehr durch ihre Heftigkeit, als auch durch ihre auſserordentliche Ergiebigkeit auszeichneten. Die an sich sehr bedeutenden Schneemassen sammelten sich im Anbruchgebiete mit einer Schnelligkeit an, die eine Nachhilfe für den unzureichenden Schutz durch die vorhandenen Bauwerke, auch durch Errichtung von Schneemauern, gänzlich unmöglich machte. Die aus den obersten, noch gar nicht oder nur unzulänglich verbauten Teilen des Anbruchgebietes abgleitenden Schneemassen fanden daher nirgends, selbstverständlich auch nicht an den ohnehin gänzlich mit Schnee hinterfüllten Bauwerken einen Halt und stürzten in die Tiefe, wo sie den Bahnkörper verlegten.

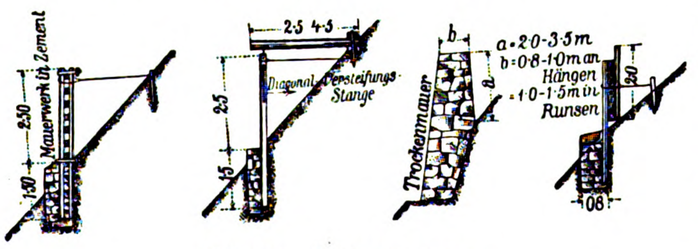



Abb. 7b. Verbauungstypen.

Ganz gleiche Erfahrungen sind nach Mitteilung des Ingenieurs Schucan bei der im Jahre 1902 begonnenen Verbauung des im Muotgebiete zwischen den Stationen Bergüns und Preda gelegenen Teiles der Albulabahn gemacht worden. Die Verbauung dieses Gebietes war in der gleichen Art und mit den gleichen Bauformen wie am Arlberg begonnen worden. Bei der noch höheren Lage der Albulabahn (1800 m) und den also auch reichlicheren Schneefällen im Verbauungsgebiete zeigte sich die Unzulänglichkeit der angewendeten Mittel aber naturgemäſs



Abb. 8. Schneemauern.

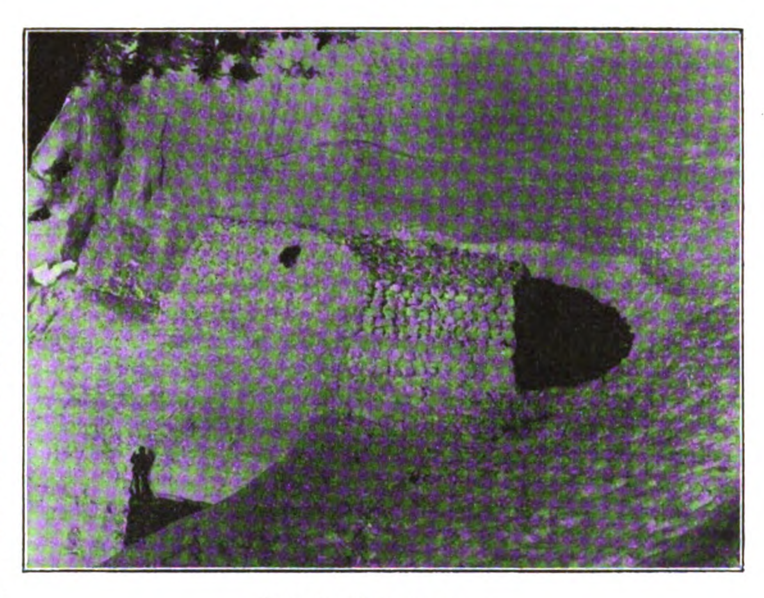


Abb. 9. Schneemauern.

viel früher. Die Bauwerke muſsten immer wieder vermehrt und immer weiter gegen die obersten Grenzen des Anbruchgebietes hinaufgeschoben werden. Um die Erhaltungskosten auf das Möglichste einzuschränken und auch um ein Versagen der Bauwerke wegen allfällig mangelhaften Erhaltungszustandes hintanzuhalten, wurde bei den oberhalb der Waldgrenze gelegenen Bauwerken von der Verwendung des Holzes gänzlich Abstand genommen und nur Trockenmauern und Erdwälle ausgeführt. Hierbei wurde besonders darauf Gewicht gelegt, daſs sich hinter den Bauwerken Terrassen von 5 bis 7 m Breite ergaben, die auch bei Schneelagen von 2 m und mehr Mächtigkeit, durch die also die Bauwerke nach älterer Form schon vollständig hinterfüllt worden wären, in der verharschten Schneedecke selbst noch und zwar merkbar zur Geltung kommen und das Abgleiten des Neuschnees verhindern.

Aus diesen Bestrebungen haben sich Bauformen entwickelt, wie sie in Abb. 2, 3 und 4 auf Taf. 24 dargestellt sind*) und Grundsätze, die sich etwa wie folgt zusammenfassen lassen:

a) Die Verbauung des Anbruchgebietes ist möglichst hoch, und zwar auch über die Baumgrenze hinauf zu führen. Hierbei ist der Wächtenbildung grofse Aufmerksamkeit zuzuwenden und gegebenenfalls entsprechend — durch Wächtenmauern — entgegenzuwirken.

b) Oberhalb der Baumgrenze sind ausschliefslich solche Bauformen auszuführen, die gar keine oder mindestens keine erheblichen Erhaltungskosten verursachen, also Mauern und zwar meist Trockenmauern, in besonders schwierigen Fällen bei sehr steilem Gelände Beton, Schienen und starkstämmiges Holz. (Siehe Abb. 5 und 6, Taf. 24.)

c) Gegen das Abgehen der Oberlawinen im Frühjahr bei hoher Firnschneelage ist Vorsorge zu treffen und zwar durch das sogenannte Terrassensystem (vergl. Abb. 7 auf Taf. 24).

Durch die hinter der Trockenmauer entstehenden wagrechten oder gegen den Berg sanft geneigten Flächen behält auch der verharschte Schnee noch Rasten, durch die dem Abgleiten der Oberlawinen wirksam entgegengearbeitet wird. Gleichzeitig werden die Trockenmauern gegen die abscherende Wirkung der Lawinen geschützt. Die hinter den Trockenmauern entstehenden wagrechten Flächen müssen jedoch mindestens eine Breite von 5 bis 7 m haben. Die Mauerkrone ist durchwegs aus grofsen Steinen herzustellen und überdies durch eine Rasenkappe zu schützen.

d) Die Bauwerke müssen so angeordnet werden, dafs sie sich gegenseitig entsprechend übergreifen, d. h., dafs in der Fallinie nirgends durchgehende Streifen verbleiben, längs derer der Schnee abrutschen kann.

e) In den Lawinengängen werden keinerlei Bauwerke aufgeführt, die die in Bewegung geratenen Massen etwa zurückzuhalten hätten, weil die Erfahrung lehrt, dafs abstürzende Schneemassen von gröfserer Ausdehnung entweder über diese Bauwerke hinweggleiten oder sie zerstören. Nur an solchen Stellen, an denen seitliche Lawinengänge in den Hauptlawinengang einmünden, empfiehlt es sich, zuweilen Sperren im letzteren aufzuführen, die den Zweck haben, die aus den seitlichen Zubringern kommenden Schneemassen im Hauptlawinengange zurückzuhalten, um hier dem Abgang der Hauptlawine womöglich noch ein Hindernis zu bieten.

f) Lawinenleitwerke sind nur in solchen Fällen wirksam, in denen sie eine seitliche Ausbreitung der Lawinen zu verhindern haben; eine Ablenkung von Lawinen nach gröfseren Winkeln — etwa 30° oder gar darüber — gelingt mit solchen Bauwerken in der Regel nicht.

g) Die tieferen Lagen der Lawinengebiete, d. h. das Gelände unterhalb der Baumgrenze wird mit Bauwerken verbaut, bei welchen — entsprechende Erhaltung vorausgesetzt — mit einer Lebensdauer von etwa 20 bis 30 Jahren gerechnet werden kann (Holzrechen wie sie am Arlberg üblich sind u. dergl.). Auf eine erfolgreiche Aufforstung ist das Hauptgewicht zu legen. Diese erfolgt mit Arven (Zirben), Bergahorn, Lärchen usw. Die Pflanzen müssen selbst aus hoher Lage stammen und sind nicht einzeln, sondern in Gruppen zu versetzen, etwa nach Textabb. 10.

h) Weniger als 30° geneigtes Gelände wird nicht mehr als sehr gefährlich betrachtet und wird in den tieferen Lagen nur dann verbaut, wenn die Unterlage besonders glatt ist (Grasleiten); bei rauher Unterlage (Gerölle u. dergl.) unterbleibt die Verbauung.

*) Vergleiche die im Jahrgang 1912 der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines enthaltene Veröffentlichung des Bergdirektors Dipl.-Ing. K. Imhof, betreffend die Lawinenverbauungen der Berner Alpenbahn, Bern, Lötschberg, Simplon.

Aus diesen Grundsätzen ergibt sich zwingend der Schlufs, dafs sich die Kosten der Lawinenverbauungen, wie sie für die Sicherung des Eisenbahnbetriebes nach den neuesten Erfahrungen ausgeführt werden müssen, weitaus höher stellen, als ursprünglich, d. h. als diese Verbauungen erstmalig zur Sicherung des Betriebes in Erwägung gezogen wurden, überhaupt gedacht worden ist.

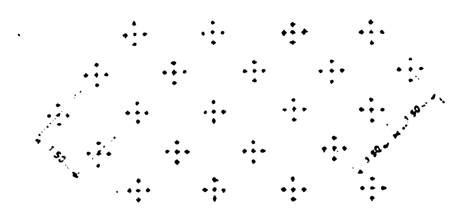


Abb. 10. Gruppenförmige Pflanzungen.

Diese Schlufsfolgerung läfst sich leider durch die in den ohnehin sehr spärlichen einschlägigen Veröffentlichungen angegebenen Kostenziffern nicht erweisen und zwar auch deshalb nicht, weil diese Ziffern vielfach auf das durch die Verbauung geschützte Gebiet, nicht aber auf die tatsächlich verbauten Flächen bezogen worden sind. Wenn man aber die in Textabb. 7 dargestellten am Arlberg angewendeten Ausführungsarten mit den aus Abb. 2, 3 und 4, Taf. 24 ersichtlichen neuen Bauformen vergleicht und bedenkt, dafs diese Werke schliefslich auch nicht in gröfseren Höhenabständen als am Arlberg, d. h. von etwa 25 bis 30 m ausgeführt werden können, ist ein Zweifel darüber, dafs die den neueren Grundsätzen entsprechenden Ausführungen wesentlich höher zu stehen kommen werden, wohl nicht mehr möglich.

Als weitere Schlufsfolgerung mufs sich aber dann notwendigerweise ergeben, dafs künftighin den Schutzbauten am Bahnkörper selbst (Galerien), bzw. den Verlegungen der bedrohten Strecke in das Berginnere in weitaus mehr Fällen als bisher der Vorzug gegeben werden wird, zumal ihre Wirkung zur Sicherung des Verkehres jene der Lawinenverbauungen doch fraglos übertrifft, eine Erwägung, die wohl auch bei der Gotthardbahn (Schleifen bei Wasen) u. a. O. bereits zur Ausführung von Schutzgalerien geführt hat.

Die bei den angeführten neueren Grundsätzen besonders betonten Terrassenwirkungen trachtete man in früherer Zeit namentlich am Arlberg durch die dort zur Ausführung gebrachten Schneebrücken (vergl. Textabb. 11 und 12) zu erreichen.

Bei Lawinenverbauungen unterhalb der Baumgrenze, bei denen also die Anwendung des Holzes im Hinblick auf die Möglichkeit der Aufforstung keinem Anstande unterliegt, wird daher diese Bauform — Schneebrücke — wohl auch künftighin noch Beachtung finden.

Die Wichtigkeit, die in den neueren Grundsätzen den Wächten beigelegt wird, gibt Veranlassung, darauf hinzuweisen, dafs in neuerer Zeit mehrfach Sturzbahnen abgegangener Wächtentrümmer beobachtet worden sein sollen, die durch hohe Schneelagen führten. Die abgegangenen Wächtentrümmer haben also die Schneelage nicht in Bewegung gebracht.

Hierdurch wäre selbstverständlich nur erwiesen, dafs der Abgang von Wächten nicht unbedingt den Abgang von Lawinen zur Folge haben mufs, keinesfalls aber, dafs er dies nicht etwa zur Folge haben könnte. Die Ausführung von Wächtenmauern wird daher immer ernstlich in Erwägung zu ziehen sein, insbesonders, wenn — wie dies häufig der Fall ist — dadurch auch Luftströme von leicht beweglichen Schneemassen (»Pulverschnee«) abgelenkt werden können.

Ein solches Beispiel gibt die in Textabb. 13 dargestellte Gratmauer, die zwischen Höhe 1987 in Blasegg und den Schroffen der Blisadona (vergl. auch Abb. 3) zur Ausführung vorgeschlagen wurde, um den beim Abgang der Passürlawine

erzeugten Luftstrom von den Schneemassen im Längentobel abzulenken.

Was schliefslich die in den neueren Grundsätzen ebenfalls stark betonte Aufforstung jener Lawinengebiete anbelangt, die unterhalb der Baumgrenze liegen, so ist wohl hinlänglich bekannt, dafs diese Mafsnahme von jeher als eines der zweckmäfsigsten und sohin als ein unter allen Umständen anzustrebendes Mittel zur Lawinenbekämpfung gegolten hat. Der mit den Aufforstungsversuchen erzielte Erfolg müfste sich aber, nachdem die Lawinenverbauungen für Bahnsicherungszwecke auf mehr als 30 Jahre zurückgehen, eigentlich schon gezeigt haben. Er scheint aber vielfach ausgeblieben zu sein und zwar, teils weil das Fortkommen der jungen Pflanzen infolge der auch durch die Verbauung nicht vollständig zu verhindernden Bewegungen der Schneedecke doch wesentlich beeinträchtigt wird und andrerseits, weil das weidende Vieh, namentlich die Ziegen, die ausgesetzten Pflanzen benagen.

Beim Studium der Frage, welche Mafsnahmen und zwar zunächst am Arlberg zu treffen wären, um Verkehrsstörungen durch Lawinenstürze, wie sie anfangs 1924 eingetreten sind, wirksam vorzubeugen, wurden die besprochenen neuen Grundsätze selbstverständlich in Erwägung gezogen. Es handelte sich hierbei nicht allein um Vorkehrungen gegen die Lawinen aus dem Simastobel, sondern auch gegen Lawinen aus anderen Gebieten und gegen kleinere Schneerutschen, die durch Ablösen von mehr oder weniger ausgedehnten Schneebrettern von den unmittelbar neben dem Bahnkörper aufsteigenden Graslehnen entstehen.

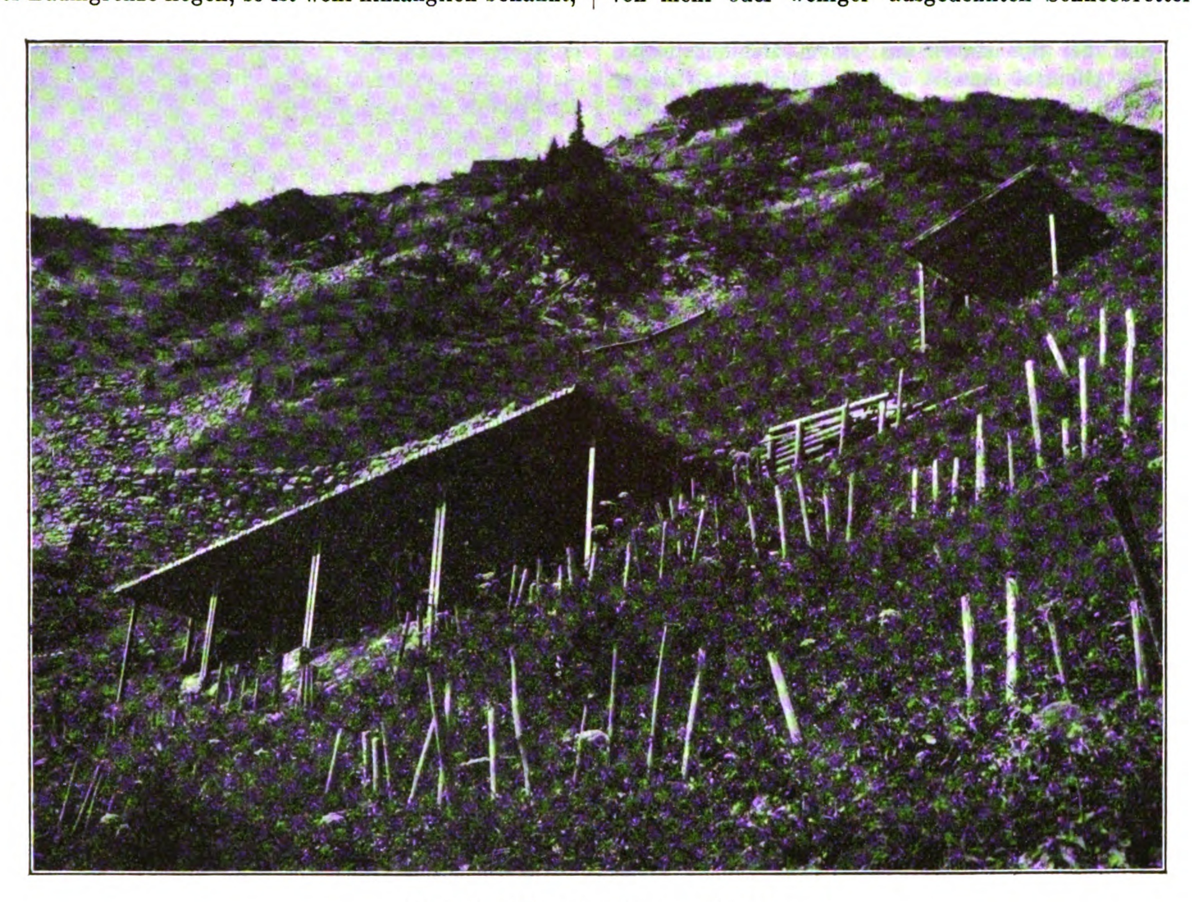


Abb. 11. Schneebrücken am Arlberg.

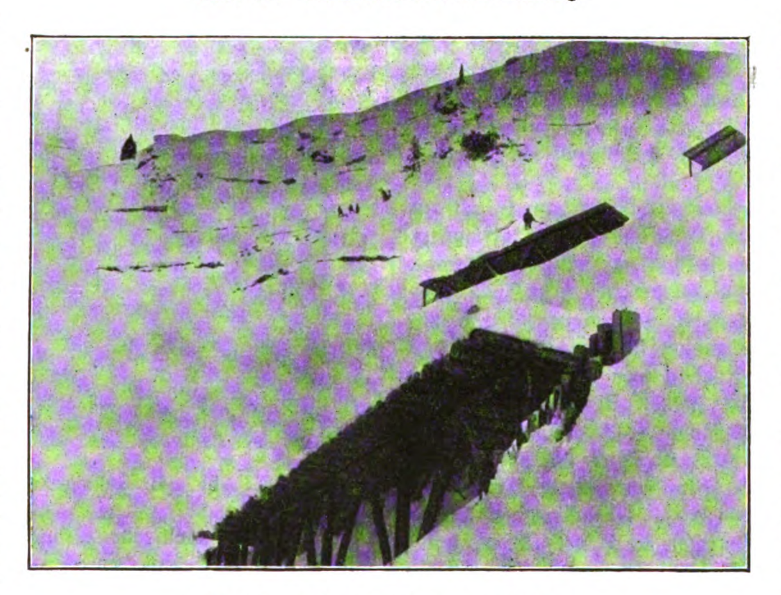


Abb. 12. Schneebrücken am Arlberg.

Auf Grund des Ergebnisses der sehr eingehend durchgeführten Studien wurden zum Schutze der Bahn im Bereiche der Simastobel-Lawine eine 140 m lange gewölbte Schutzgalerie und gegen die in km 112 und in km 117 absitzenden Schneerutschen hölzerne Schutzdächer ausgeführt.

Um die Ablösung der Schneebretter von den unmittelbar vom Bahnkörper aufsteigenden Graslehnen und die dadurch verursachten Störungen zu verhindern, wurden 3 m hohe Schneerechen aus Drahtgeflecht auf Schienenständern errichtet.

Von weiteren Verbauungen in den Anbruchgebieten selbst wurde Abstand genommen.

Die Einzelheiten der gewölbten Schutzgalerie sind aus Abb. 8, Taf. 24 und Textabb. 14 zu ersehen. Die Widerlager wurden aus Stampfbeton hergestellt, das Gewölbe — 60 cm stark — aus Eisenbeton. Die Galerie liegt zum Teil in einem

tiefen, zum Teil in einem nur niederen Bahneinschnitte. Von der Überschüttung der Galerie mit Erde wurde in Anbetracht der grofsen Kosten, die diese erfordert hätte, weiters auch in der Erwägung Abstand genommen, dafs die Lawine sehr grofse Steine ohnehin nicht bringt und auch ein unmittelbarer Anprall der abstürzenden Schneemassen deshalb nicht allzusehr zu fürchten ist, weil der Simastobel aus einem ziemlich engen Lawinengang ins Alfenstal mündet und die Entfernung dieser Mündung von der Schutzgalerie mehr als 200 m beträgt, demnach die Schneemassen genügend Raum zur Ausbreitung finden.

Abb. 13. Gratmauer am Blasegg.

Die Einzelheiten der Holzdächer sind aus den Abb. 9 und 10, Taf. 24 und Textabb. 15 ersichtlich.

Das Holz dieser Bauwerke erleidet bei einer Belastung von 1,5 t/qm, d. i. durch 12 bis 15 m frisch gefallenen oder halb soviel geballten Schnee, eine Beanspruchung von etwa 80 kg/qcm. Die Belastung kann daher ohne weiteres auf das dreifache steigen, ohne dafs die Bahn gefährdet wird. Zur Herstellung der Schutzdächer ist getränktes Lärchen- und Föhrenholz verwendet worden.

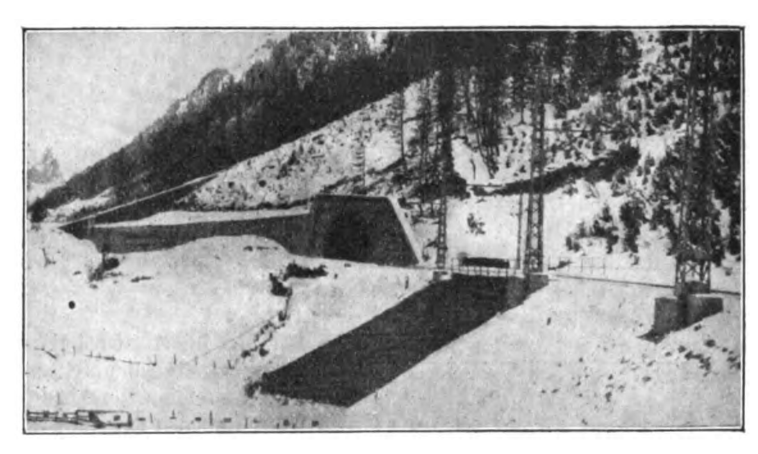


Abb. 14. Gewölbte Schutzgalerien am Simastobel.

Die Einzelheiten der 3 m hohen Schneezäune sind aus Abb. 11 bie 15, Taf. 24, sowie Textabb. 16 zu erkennen. Ihrer Verankerung wurde grofse Aufmerksamkeit zugewendet. Früher wurden statt der Zäune Schneerechen aus Holz hergestellt (siehe Textabb. 7 b). Diese letzteren haben den Nachteil, dafs das verhältnismäfsig schwache Holz ungemein schnell verrottet. Auch sind die alten Rechen nur in Höhen bis zu 2 m zur Ausführung gelangt. Die neuen Rechen aus Drahtgeflecht wurden, wie erwähnt, an jenen Stellen aufgestellt, an denen das Abgehen der Schneebretter auf den unmittelbar vor dem Bahnkörper aufsteigenden und in den oberen Teilen bewaldeten Graslehnen zu befürchten war. Das Abgehen dieser Schneebretter ist ein Ereignis, das sich im Winter sehr häufig wiederholt. Die sich daraus ergebenden, wenn auch nur kleineren Störungen des Verkehrs, werden in ihrer Gesamtwirkung daher als sehr lästig empfunden. Mit dem Aufstellen der neuen Schneerechen ist für die klaglose Verkehrsabwicklung weit mehr getan, als dies mit Rücksicht auf die Einfachheit und die keineswegs allzu hohen Kosten dieser Mafsnahmen vielleicht erwartet werden mag.

Die auf Grund der vorgeschilderten Studien als notwendig erkannten, ziemlich umfangreichen Arbeiten für die Sicherung der Arlbergbahn gegen Schneelawinen wurden noch im Sommer 1924 begonnen und mit solchem Nachdrucke durchgeführt, dafs sie auch noch im gleichen Jahre beendet werden konnten. Die Arlbergbahn ist dadurch vor Ereignissen, wie sie anfangs 1924 aufgetreten sind, künftighin gesichert.

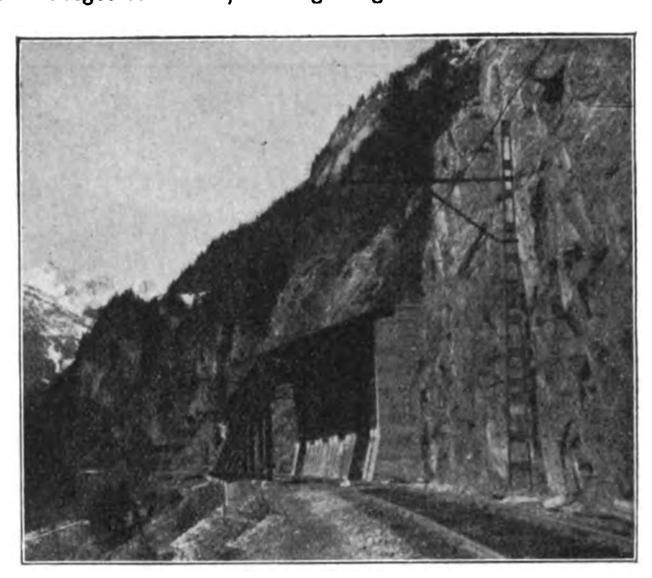


Abb. 15. Holzdächer.

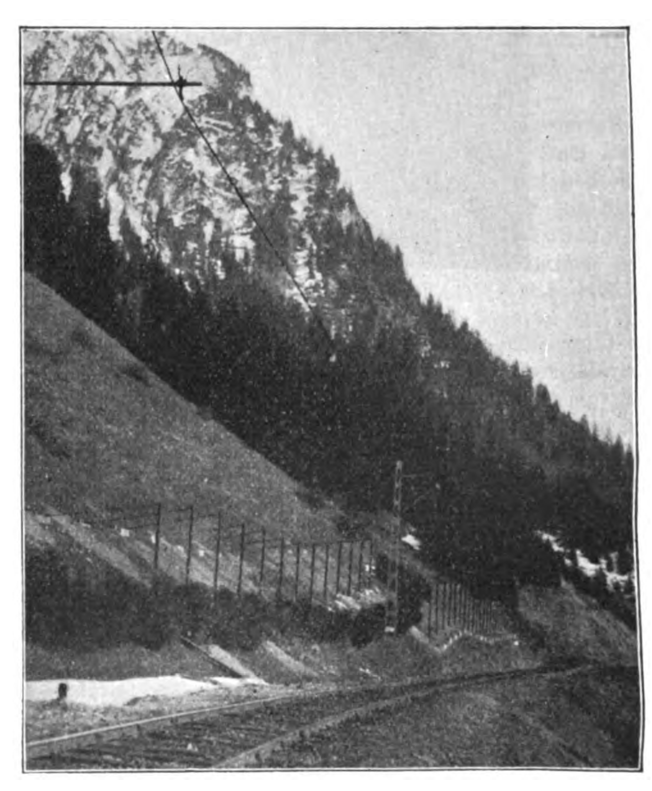


Abb. 16. Schneezäune aus Drahtgeflecht.

Die österreichischen Bundesbahnen haben nun nicht nur auf der Arlbergbahn, sondern — abgesehen von der eingangs erwähnten Stelle bei Hieflau — leider auch noch auf anderen Strecken gegen Lawinengefahren zu kämpfen. Eine von diesen ist die zwischen Bad Gastein und Böckstein gelegene Teilstrecke der Nordrampe der Tauernbahn. Hier hat sich während des Baues der Bahn infolge eines Lawinensturzes ein sehr bedauerlicher Unfall ereignet, der zum Studium der diesbezüglichen Sicherungsmafsnahmen unmittelbar Anlafs gegeben hat.

Es handelt sich an dieser Stelle zunächst um die Verbauung der wohl nicht allzu ausgedehnten Lawinengebiete am Thomaseck

und Luckasstuhl, die in den Jahren 1910 bis 1913 zur Ausführung gekommen ist (siehe Textabb. 17).

Bei diesen Verbauungen wurden die vorstehend erörterten neueren Grundsätze schon berücksichtigt. Die Bauwerke sind durchwegs in dauernder Form und zwar unter gänzlichem Ausschlusse von Holz hergestellt und weit über die Baumgrenze in das Anbruchgebiet hinaufgeführt. Die Bauformen sind unter Bedacht auf die Möglichkeit der Terassenbildung ausgestaltet (siehe Abb. 16, 17 und 18, Taf. 24) und haben sich in beiden Gebieten bis jetzt bewährt.

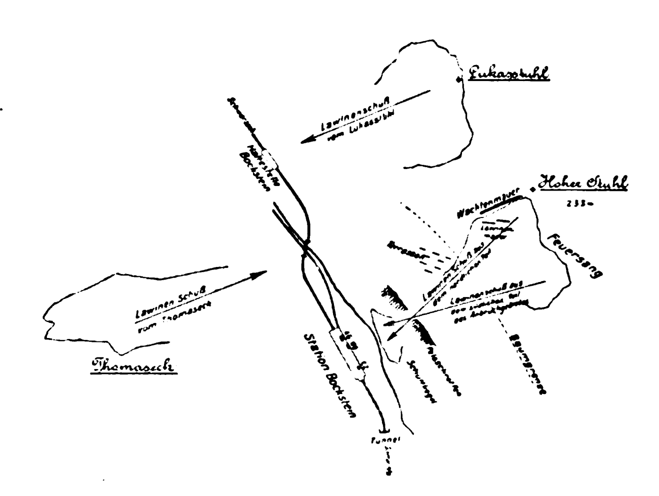



Abb. 17. Übersicht über die Lawinengebiete bei Böckstein.

Die Verbauung des weitaus bedeutendsten Lawinengebietes an dieser Stelle, nämlich der Feuersanglawine, ist jedoch infolge des Ausbruches und des unglücklichen Ausgangs des Krieges über einige bescheidene Anfänge nicht hinausgekommen. Die Fortsetzung der bezüglichen Arbeiten wurde mit Rücksicht auf die Ereignisse zu Beginn des Jahres 1924 ebenfalls einem nochmaligen Studium unterzogen.

Die zu sichernde Bahnstelle ist die Station Böckstein selbst; daher ist sowohl die Herstellung einer Schutzgalerie als auch die Verlegung der Bahn in einen Tunnel völlig ausgeschlossen; ebenso auch die Einstellung des Verkehrs während der lawinengefährlichen Zeit, dies mit Rücksicht auf die Wichtigkeit dieser Verkehrsader.

Die Verbauung des Lawinengebietes ist sonach die einzige in Betracht kommende Mafsnahme, die trotz der sehr bedeutenden Kosten zur Durchführung gelangen mufs. Glücklicherweise sind die heute vorliegenden Erfahrungen doch schon derartig, dafs dies wenigstens mit einer gewissen Zuversicht auf das Gelingen erfolgen kann. Allerdings darf dabei nicht übersehen werden, dafs die Grenze zwischen dem Notwendigen und Überflüssigen vielleicht in keinem anderen Falle so schwer festzustellen ist, wie bei den hier in Betracht kommenden Herstellungen. Diese Unsicherheit kann leicht zu Fehlern führen, weil die notwendige Bedachtnahme auf die Sparsamkeit unwillkürlich verleitet, die Grenze des Notwendigen zu eng zu ziehen.

Kurz wiederholt liegt also der Fall am Arlberg derart, dafs mindestens an den wichtigsten, hier in Betracht kommenden Stellen der Ausführung von Schutzgalerien und Schutzdächern gegenüber der Verbauung des Anbruchgebietes oder, genauer gesagt, sogar der Vervollständigung der ohnehin schon bestehenden Verbauungen gegenüber der Vorzug gegeben werden mufste; auf der Tauernbahn derart, dafs die Verbauung des Anbruchgebietes trotz der hohen Kosten und der dieser Art von Sicherung eigentümlichen Unvollkommenheit als einzig richtige bzw. mögliche Ausweg erscheint.

Ein dritter Fall, nämlich jener, in dem weder die Herstellung von Schutzbauten am Bahnkörper noch die Verbauung des Lawinengebietes möglich ist, liegt bei der eingangs erwähnten Bahnstelle bei Hieflau vor, die am 8. Februar 1924 durch die aus dem Haindlkar abgegangene Lawine verschüttet wurde (siehe Textabb. 18).

Hier wären sowohl die Kosten der Verlegung der gefährdeten Bahnstelle, als auch namentlich die Kosten der Verbauung des Lawinengebietes derart bedeutend, dafs ihre Aufwendung nicht gerechtfertigt werden könnte und zwar um so weniger als der Überleitung des Verkehrs während der lawinengefährlichen Zeit auf eine andere Linie der österreichischen Bundesbahnen

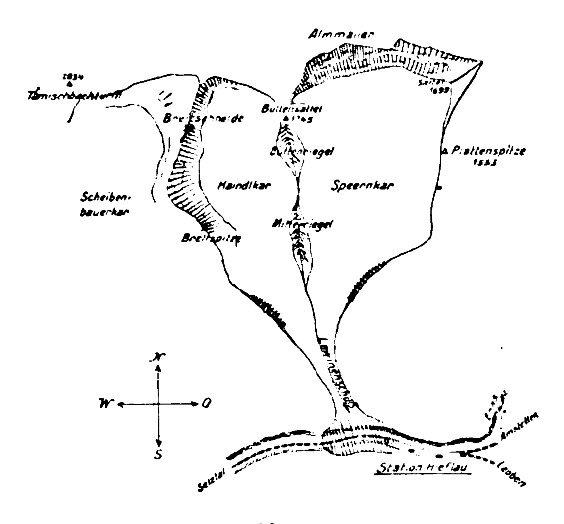



Abb. 18.
Übersicht über das Abbruchsgebiet der Tamischbachturmlawine.

nichts im Wege steht, und weil weiter nach den vorliegenden langjährigen Erfahrungen die lawinengefährliche Zeit auf die verhältnismäfsig kurze Spanne von Ende Januar bis Anfang März beschränkt und überdies die Lawine bis jetzt tatsächlich immer nur in Zeitabschnitten von mehr als einem Jahrzehnte den Bahnkörper erreicht hat. Zum besseren Verständnisse dieser Ausführungen wird es notwendig sein, einiges über die Tamischbachlawine mitzuteilen.

Das die Bahn an dieser Stelle gefährdende Lawinengebiet umfafst das sogenannte Haindlkar und das östlich davon gelegene Speernkar. Beide Kare sind durch einen Felsriegel, den sogenannten Mitterriegel, getrennt. Das Anbruchgebiet reicht bis etwa 1730 m hinauf. Die Gesamtausdehnung des Einzuggebietes beträgt ungefähr 1 300 000 qm und ist also beträchtlich gröfser als das Gebiet der Muot an der Albulabahn, das nur eine Ausdehnung von 800 000 qm besitzt.

Die Lawine hatte seit dem Jahre 1907 den Bahnkörper nicht mehr erreicht. In diesem Jahre ging sie aus dem östlich gelegenen Speernkar als Grundlawine ab, wobei sie das Flufsbett verlegte und auf der gegenüberliegenden Talwand emporstieg.

Der am 8. Februar 1924 abgegangene Lawinensturz erfolgte aus dem westlich gelegenen Haindlkar und zwar in Form einer Staub- bzw. Oberlawine unter Auftreten eines aufserordentlich starken Luftdruckes. Die Lawine verschüttete das Bachbett, den gegen Selztal gelegenen Stationskopf, die an diesen anschliefsende Strecke, das neben dieser befindliche Auszugsgleis, sowie die entlang der Bahn führende Strafse und stieg auf dem der Lawinenbahn gegenüberliegenden Talhang ungefähr 30 m hoch empor.

Die Ursache des Lawinenabganges liegt im Zusammentreffen einer Reihe ungünstiger Umstände, von denen ausschlaggebend waren: die verharschte Fläche des bereits vorher abgelagerten Schnees, die unmittelbar vor dem Lawinensturz eingetretenen ausgiebigen Schneefälle und die ununterbrochen anhaltend kalte Witterung, die die Sinterung des Neuschnees verhinderte, Umstände, die zur Folge hatten, dafs sich grofse,

leicht bewegliche Massen von Pulverschnee auf glatter Unterlage ansammelten und infolge des zunehmenden Gewichtes nach Überwindung der geringen Reibungs- und Kohäsionskräfte zum Absturz gelangten. Als Mafsnahmen zum Schutze der Bahn wurden in Betracht gezogen:

1. Schutz des Hauptgleises und des daneben liegenden Auszugsgleises des Bahnhofes Hieflau durch Herstellung einer zweigleisigen Galerie in der Gesamtlänge von rund 400 m. — Kosten etwa 21 Milliarden österreichischer Kronen.

2. Herstellung einer eingleisigen Galerie ausschliefslich für das Hauptgleis in gleicher Länge wie die unter Punkt 1 erwähnte zweigleisige Galerie. In diesem Falle wäre das Auszugsgleis des Bahnhofes Hieflau aufzugeben und die Weichenverbindung am Selztaler Ende des genannten Bahnhofes entsprechend umzugestalten gewesen, wodurch sich eine bedeutende Verkürzung der Bahnhofgleise ergeben hätte. Kosten etwa 11 Milliarden österreichischer Kronen.

3. Herstellung eines im zweiten Stationsdrittel aus dem Hauptgleise abzweigenden, das Schuppengleis mit einer doppelten Kreuzungsweiche durchschneidenden, die Berglehne in einem rund 700 m langen Tunnel unterfahrenden und nach Austritt aus dem Tunnel wieder in das Streckengleise einmündenden Umfahrungsgleises. Kosten etwa 11 Milliarden österreichischer Kronen.

Der Tunnel hätte die Aufrechterhaltung des durchlaufenden Verkehres auf der Linie Amstetten—Selztal in der lawinengefährlichen Zeit ermöglicht.

4. Einstellung des Verkehres zur Zeit der Lawinengefahr und Überleitung desselben auf die Linie Linz—Selztal.

5. Verbauung des Lawinengebietes.

Die Ermittlung der Kosten dieser Verbauung erforderte naturgemäfs ein genaueres Studium des Bedarfes an Bauwerken und der für ihre Ausführung mafsgebenden Verhältnisse (hauptsächlich Baustein). Doch ergab schon die erste eingehende Besichtigung, dafs das Erfordernis an Bauwerken sehr grofs ist (die Anbruchslinien haben eine Länge von mehreren Kilometern) und dafs die Ausführungsverhältnisse wegen Mangel an brauchbarem Stein im Verbauungsgebiete sehr ungünstig sind. Es stand sofort aufser Frage, dafs bei der allfälligen Verbauung mit einem Betrage von 10 bis 12 Milliarden österreichischer Kronen das Auslangen nicht zu finden sei, und überdies noch zu befürchten wäre, dafs auch bei Aufwendung eines so hohen Betrages ein vollständiger Erfolg nicht gewährleistet werden könnte, da ein ziemlich grofser Teil des zu verbauenden Anbruchgebietes unmittelbar im Plattenschusse gelegen ist und die Gründung der Mauern sowie die Gewinnung des Bausteines möglicherweise zu Felsrutschungen Anlafs geben würden, die selbstverständlich die Zerstörung der Bauwerke zur Folge haben müfsten.

Eine nachträgliche Berechnung der Kosten der für die Verbauung der Tamischbachturmlawine in Betracht kommenden Herstellungen auf Grund genauer Verbauungspläne hat mehr als das Dreifache der vorangeführten Summe ergeben.

Es war also klar, dafs von allen zur Sicherung der Bahn in Erwägung gezogenen Mafsnahmen die Verbauung des Lawinengebietes diejenige war, die, wenn überhaupt, wohl nur in allerletzter Linie in Betracht kommen könnte.

Die Herstellung des Tunnels erwies sich unter den baulichen Mafsnahmen als die zweckmäfsigste und zwar auch deshalb, weil bei Herstellung der gleichfalls in Betracht gezogenen Schutzgalerien von vornherein mit einem sehr schwer zu bestimmenden Faktor, nämlich mit dem Anpralle der aus grofser Höhe herabstürzenden, gewaltigen Schneemassen, dem diese Galerien unmittelbar ausgesetzt worden wären, hätte gerechnet werden müssen.

Es wurde auch der Versuch gemacht, für die bei einem solchen Anprall auftretenden Kräfte einen ziffernmäfsigen Wert zu ermitteln.

Dieser Versuch soll im Nachstehenden mitgeteilt werden.

Der bei einem derartigen Anprall auftretende Druck läfst sich gewissermafsen mit jenem vergleichen, den eine strömende Flüssigkeit von unbegrenztem Querschnitt beim Auftreffen auf eine widerstehende Fläche F ausübt.

Dieser Druck berechnet sich aus der Gleichung:

$$P = \alpha \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot F \cdot v^2$$

wobei bedeutet:

$\alpha$ eine Ziffer zwischen 0,6 und 1,0,
$\gamma$ das Einheits-Gewicht der Flüssigkeit, hier etwa 0,1 $tm^3$,
g die Beschleunigung der Schwere, rund 10 m/Sek.$^2$
F die getroffene Fläche,
v die Geschwindigkeit der Flüssigkeit.

Im vorliegenden Falle handelt es sich um den Druck auf die Flächeneinheit

$$\frac{P}{F} = \alpha \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot v^2$$

Die Frage dreht sich naturgemäfs in erster Linie um die Gröfse der Geschwindigkeit v. Aus dem Umstande, dafs die Lawine an der gegenüberliegenden Talwand auf eine Höhe von 30 m über die Oberfläche der im Flufsbette abgelagerten Schneemassen emporgestiegen ist, würde sich eine Geschwindigkeit von $v = \sqrt{2\,g\,.\,h} = \sqrt{2\,.\,10\,.\,30} = \sqrt{600} = 24$ m/Sek berechnen.

Mit Rücksicht auf den Luftwiderstand sowie auf den Widerstand bei der Richtungsänderung in der Talsohle müfste diese Geschwindigkeit weit höher, mindestens auf das Doppelte eingeschätzt werden, also etwa mit

$$v = 50 \text{ m/Sek.};$$

dann wird mit $\alpha = 0,6$

$$\frac{P}{F} = 0,6 \cdot \frac{0,1}{10} \cdot 2500 = 15 \text{ t/qm*}).$$

Die zusammenfassende Erörterung der Frage, welche Mafsnahmen zu treffen seien, um die an dieser Bahnstelle bestehende Lawinengefahr zu bannen, führte endlich zu dem Beschlusse, von der Durchführung aller in Erwägung gezogenen baulichen Herstellungen wenigstens vorläufig Abstand zu nehmen und den Verkehr der durchlaufenden Züge auf der Strecke Hieflau—Selztal während der kurzen Zeit, in der in vereinzelten, schneereichen Jahren die Lawinengefahr unmittelbar drohend wird, einzustellen und auf eine andere Linie überzuleiten. Um den Verschub auf dem südlichen Ende der Station Hieflau, das durch die Lawine vom 8. Februar 1924 ebenfalls verschüttet wurde, auch während der lawinengefährlichen Zeit ohne Gefährdung der Bediensteten zu ermöglichen, wurde aufserdem beschlossen, einige Weichenverbindungen herzustellen, die es gestatten, den Verschub auszuführen, ohne in die durch die Lawine bedrohten Teile der Station hinausfahren zu müssen.

Der Beschlufs, von der Ausführung baulicher Schutzherstellungen abzusehen und sich auf die Einstellung des Verkehrs zu beschränken, wurde dadurch wesentlich erleichtert, dafs die Lawine, wie bereits mehrfach erwähnt, bis jetzt die Bahn nur in Zeiträumen von vielen Jahren erreicht hat und alle überhaupt bekannten Lawinenabgänge in der Zeit vom 1. bis zum 21. Februar eingetreten sind, dafs daher die Verkehrseinstellung nicht allzu häufig zu verfügen sein würde und überdies im Bedarfsfalle für die Umleitung des Verkehrs eine geeignete Linie zur Verfügung steht.

Schwierigkeiten bereitete aber die Frage, durch wen und auf welche Art der Augenblick festgestellt werden soll, in dem die Einstellung des Verkehrs zu verfügen sein wird.

*) Diese Ziffer kann selbstverständlich im Hinblicke auf die Unsicherheit der ihrer Ermittlung zugrunde liegenden Annahmen nur ein annäherndes Bild über die tatsächlich auftretenden Kräfte vermitteln.

Wenn die unmittelbar drohende Gefahr ohne weiteres zu erkennen ist, wie dies im Bahnerhaltungsdienste ja etwa bei Hochwässern und dergl. vorkommt, hat die Beantwortung dieser Frage keine Schwierigkeit. Wie soll aber der Augenblick festgestellt werden, in dem die schwebende Lawinengefahr unmittelbar bedrohlich wird? Wird die Feststellung dieses wichtigen Zeitpunktes einfach einem Beamten des Aufsendienstes, also etwa dem Streckenleiter überwiesen, so steht dieser vor einer sehr schweren Entscheidung. Denn in dem einen Falle kann ihn der Vorwurf treffen, dafs er Menschenleben gefährdet, im andern Falle, dafs er die Verwaltung durch Drosselung des Verkehrs schwer geschädigt hat. Es machen sich hier also fraglos psychologische Momente geltend, die weittragende Folgen haben können. Eine Erleichterung kann nur herbeigeführt werden, wenn rein sachliche Grundsätze zur Beurteilung der Gefahrslage von vornherein gegeben werden und wenn die Entscheidung stets womöglich von mehr als zwei Augen abhängig gemacht wird.

Bei der eingehenderen Erörterung dieses Gegenstandes wurde zunächst die Frage aufgeworfen, ob es nicht möglich wäre, durch Schaffung eines Beobachtungspostens allenfalls im Anbruchgebiete selbst den Abgang von Lawinen rechtzeitig anzukündigen und hierdurch etwaigen Unfällen vorzubeugen. Ein derartiger Beobachtungsposten wurde — nach Mitteilungen des Ingenieurs Schucan — anläfslich einer im Jahre 1917 auf der Eisenbahnlinie Chur—Davos eingetretenen Lawinenkatastrophe im sogenannten Drusatschagebiet errichtet.

Bei dieser Katastrophe fuhr ein in der Richtung von Chur nach Davos verkehrender Personenzug unmittelbar in die aus dem Drusatschagebiet abgehende Grundlawine hinein. Die Lageverhältnisse sind aus Textabb. 19 zu ersehen. Die Verbauung des Gebietes erwies sich als zu kostspielig, ebenso die in dieser Abbildung angedeutete Linienverlegung, die überdies eine längere Bauzeit erfordert hätte. Es wurde daher vorläufig von diesen Mafsnahmen Abstand genommen und die aus Textabb. 19 ersichtlichen Wärterposten geschaffen, die miteinander in Fernsprechverbindung stehen. Der Wärterdienst wird derart ausgeführt, dafs der Posten I für jeden Zug die in der Regel auf »Halt« stehenden Signale auf »Frei« stellt, wenn er vom Posten II die Zustimmung erhalten hat.

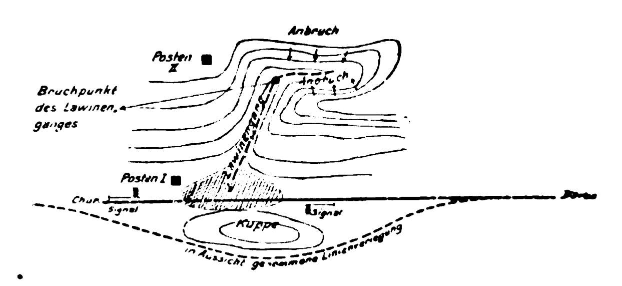



Abb. 19. Übersicht über das Drusatschagebiet.

Diese Art der Sicherung kann nun im vorliegenden Falle und zwar aus dem Grund für ausreichend gehalten werden, weil sich der Lawinengang am Fufse der Berglehne auf dem der Posten II steht, bricht und daher die Abgangsdauer der Lawine verzögert wird, weil aufserdem das Lawinengebiet vom Posten II aus bis zur Anbruchstelle gut übersehen werden kann und weil die mit grofsen Geschwindigkeiten abstürzenden Staublawinen infolge der Gestaltung des Lawinengebiets für die Bahn nicht in Betracht kommen, sondern nur die wesentlich langsamer abgehenden Grundlawinen.

Bei der Tamischbachturmlawine liegt der Fall aber wesentlich anders. Dort wurde die Bahn unmittelbar von der mit grofser Geschwindigkeit aus dem hochgelegenen Anbruchgebiet herabstürzenden Staublawine getroffen. Diese Staublawine könnte zwar durch Beobachtungsposten angezeigt werden, doch ist eine für die Sicherung des Zugverkehrs in Betracht kommende rechtzeitige Wirkung von einer solchen Verständigung selbstverständlich nicht zu gewärtigen. Es blieb also in diesem Falle nur der Ausweg, die Gröfse der drohenden Gefahr auf Grund meteorologischer Daten einzuschätzen. Anhaltspunkte dafür waren durch die sehr eingehenden Beobachtungen gegeben, die von der Betriebsleitung der Eisenbahnlinie Eisenerz—Vordernberg seit Jahren mit solchem Erfolg geführt wurden, dafs es auf dieser, in ganz bedeutendem Mafse mit Lawinengefahr kämpfenden Bahn bisher immer gelungen ist, Unfälle zu vermeiden, ohne dem Verkehr allzu weitgehende Drosselungen aufzuerlegen.

Auf Grund der durch diese Beobachtungen gewonnenen Erfahrungen wurden drei Gefahrenklassen unterschieden und durch die Bezeichnung »geringe«, »mittlere« und »grofse Gefahr« gekennzeichnet.

Diese Unterscheidung fufste auf gewissen meteorologischen Grundlagen und zwar in der Art, wie dies aus nachstehendem Verzeichnis zu ersehen ist. Dieses Verzeichnis (S. 338) wird hiermit der Öffentlichkeit mit dem Wunsche und in der Erwartung übergeben, dafs dadurch eine Förderung dieser vorläufig noch vereinzelt dastehenden Bestrebungen erzielt wird.

Die hiernach zur Festsetzung der Gefahrslage erforderlichen meteorologischen Beobachtungen werden — selbstverständlich nur während der lawinengefährlichen Zeit — in vier Stationen durchgeführt, die mit den dazu nötigen Instrumenten ausgerüstet und mit den entsprechenden Anweisungen versehen sind. Von diesen Stationen ist eine am Bahnhof Hieflau (Bahnmeisterei), die zweite bei der Betriebsleitung Vordernberg, die dritte bei der Bahnmeisterei in Prebichl und die vierte in einer im Anbruchgebiet der Lawine selbst für diesen Zweck eigens errichteten Blockhütte.

Diese Blockhütte steht auf Höhe 1490 am Mitterriegel, selbstverständlich in lawinengeschützter Lage. Von hier aus können beide Kare überblickt werden. Die Hütte ist mit der Talstation und mit der Bahnhofleitung Hieflau mit einem Kabel verbunden, das fernmündliche Mitteilungen und Anfragen ermöglicht.

Die Hütte wird im gegebenen Zeitpunkte von drei bodenständigen, dem Lehnen- und Lawinendienste angehörigen, also mit der Beurteilung der Schnee- und Witterungsverhältnisse vertrauten Bediensteten, die auch über den Gebrauch der meteorologischen Instrumente unterrichtet sind, bezogen. Diese Bediensteten haben die Aufgabe, die Angaben der meteorologischen Instrumente in dem aufliegenden Tagebuch vorzumerken und der Talstation bekanntzugeben. Besonders gefahrdrohende Vorkommnisse sind fallweise sofort zu melden.

Bei der Streckenleitung Selztal sammeln sich die Meldungen aller Stationen. Dort wird im Einvernehmen mit der Betriebsleitung Vordernberg die Gefahrslage nach den festgesetzten Klassen bestimmt.

Die für den Dienst hinausgegebenen Anweisungen schreiben vor:

a) bei geringer Gefahr: Belegschaft verständigen, dafs Lawinengefahr besteht, daher Vorsicht geboten ist. Verschub auf dem Auszugsgleis gegen Selztal einstellen. Bei Zugsreihung auf Umleitung Bedacht nehmen;

b) bei mittlerer und grofser Gefahr: Zugverkehr einstellen, Begehung der bedrohten Strecke durch Aufsichtsbeamten unterlassen.

Überdies ist die Bahnhofleitung ermächtigt, bei Gefahr im Verzuge einzelne Züge oder den Verschub einzustellen. Vorher sind jedoch der Bahnmeister und zwei besonders orts- und wetterkundige Vertreter der Belegschaft anzuhören. Die endgültige Einstellung des Zugverkehrs bzw. die Umleitung desselben wird von der Streckenleitung verfügt.

Die Vorsorge zur Sicherung des Betriebes an dieser Stelle ist — wie aus dem vorstehenden wohl zu ersehen — eigentlich ziemlich beträchtlich. Doch sind deren Kosten verschwindend

## Erfahrungs-Angaben über Lawinengefahren.

| Gefahr | Bei Zutreffen aller oder einzelner nachstehender Bedingungen in 1200 m Seehöhe beobachtet | | | | | | | Zeit der Gefahr | Anmerkung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mittlere Luftwärme (Winterbeginn) in Celsius | Tages-Luftwärme | Alt-Schneedecken-Zustand | Witterung | Nicht mehr Neuschneehöhe in cm in 24 einander folgenden Stunden als | Nicht mehr Neuschneehöhe in cm in 72 einander folgenden Stunden als | Addierte Schneefall-Zentimeter seit Winterbeginn bis Mitte Januar | | |
| Keine | Unter Null bis minus 5 | mindest minus 6 | pulvrig | heiter bis wolkig, leichter Wind, Schneefall | 20 | 50 | 20 bis 200 | | |
| Geringe | 0 bis 0,2 | höchstens 0 | pulvrig bis leicht harschig unter 200 cm | heiter bis völlig wolkig bei Sturm | 30 | 100 | bis 300 | Dezember bis Ende März | Abbruchunsichere Wächten berücksichtigen |
| Mittlere | 0 bis 0,2 | anhaltend Plus oder Schwankungen zwischen — 5 bis + 3 | harschig über 200 cm | Nasser Schneefall, geringer Regen oder stärkerer Flaum-Schneefall mit Wind oder still | 50 | über 130 | über 300 | Mitte Januar bis Ende März | wie vor |
| Grofse | 0,2 bis 10 | Ruhetemperaturen oder Schwankungen zwischen — 8 bis Null oder darüber | stärker harschig oder glatteisig über 300 cm | Regen, Nafsschnee oder mächtigerer Flaumschneefall mit oder ohne Sturm, Nordost- oder Ostwind bzw. Sturm oder warmer über 24 Stunden dauernder Regen bei 3 oder bei Sonnenwetter Wärme über 15 | über 100 Flaum- oder 30 cm Nafsschnee | über 180 | über 300 | Mitte Januar bis Mitte März | Neuschneefall in Hieflau über 50 mm in 24 Std. Barometerstand 8 mm unter Normalstand. Wächtenbildung beobachten, bei Vorhandensein gröfserer Wächten, namentlich durch Nordost- oder Ostwind gebildeter, grofse Gefahr. — Stillstehender Barometerstand bei Sturm, namentlich bei Unternormalstand mufs immer zu Besorgnissen Anlafs sein. (Alle Elementargefahren grofs). Die Wettervoraussage der Zentralanstalt für Meteorologie in Wien soll noch am Meldetage bekannt sein. |

gegen jene, die die baulichen Mafsnahmen verursacht hätten; dennoch ist die Gewifsheit, dafs Unfälle wie der anfangs 1924 eingetretene, sich nicht mehr wiederholen, eine vollständige, denn die Anweisungen bestimmen, dafs die Gefahr als bestehend gilt, wenn sie auch nur von einer der bei der Entscheidung mitwirkenden Stellen behauptet wird.

Schwere Folgen bezüglich allfälliger Verkehrsdrosselungen sind nicht allzusehr zu fürchten, da die Zeit der Lawinengefahr sehr kurz ist und die Lawine oft viele Jahre ausbleibt. Dafs es aber ohne solche Vorkehrungen auf die Dauer doch nicht geht, hat das am 8. Februar 1924 eingetretene Ereignis bewiesen.

Die im vorstehenden mitgeteilten Studien sind selbstverständlich zu dem Zwecke durchgeführt worden, um bezüglich der Sicherung des Bahnverkehrs gegen die bestehenden Lawinengefahren zu endgültigen Beschlüssen zu kommen. Sie haben aber zu Ergebnissen geführt, denen auch eine gewisse allgemeine Gültigkeit zukommt und die sich etwa wie folgt zusammenfassen lassen:

Die Sicherung des Eisenbahnbetriebes gegen Lawinengefahren läfst sich in dem Mafse, dafs Ereignisse, wie sie anfangs 1924 am Arlberg und im Gesäuse eingetreten sind, unbedingt als ausgeschlossen erscheinen, durch Verbauung des Anbruchgebietes oft nur unter Aufwendung sehr beträchtlicher Kosten, in manchen Fällen gar nicht erzielen.

Es ist dann die Entscheidung zu treffen, ob der Betrieb durch Schutzbauten am Bahnkörper oder durch Verlegung der Linie gesichert werden oder ob unter Verzicht auf bauliche Mafsnahmen der Betrieb während der lawinengefährlichen Zeit eingestellt werden soll.

Der Sicherung des Betriebs durch Schutzbauten am Bahnkörper oder Verlegung der Linie wird gegenüber der Verbauung des Anbruchgebiets selbst dann der Vorzug zu geben sein, wenn die Kosten der ersten Mafsnahmen etwas höher sind als die Kosten der Verbauung.

Die Sicherung des Betriebs durch Signale, die von Beobachtungsposten aus bedient werden, ist nur bei langsam abgehenden Lawinen möglich, deren Abgang schon weitab von der Bahn angekündigt werden kann; das sind aber nur verhältnismäfsig seltene Fälle.

Wenn die Verhältnisse aber zwingen, den Zugverkehr während der lawinengefährlichen Zeit einzustellen, müssen meteorologische Beobachtungen auf möglichst breiter Grundlage, also gegebenenfalls auch unter Verwendung der Angaben der staatlichen (sohin bahnfremden) Dienststellen durchgeführt werden, um den unvermeidlich einseitigen, persönlichen Beeinflussungen der Entschliefsungen tunlichst die Wage zu halten.

# C1-h2 Tenderlokomotive mit Torffeuerung der Kleinbahn Zwischenahn—Edewechterdamm.

Von Oberregierungsbaurat a. D. **Arzt**, Oldenburg

(Hierzu Abbildungen 1 bis 7 auf Tafel 25.)

Die Lokomotiven der ehemals Oldenburgischen Staatseisenbahnen wurden in den ersten Jahren, d. h. von 1867 bis 1875, fast ausschliefslich mit Torf geheizt. Die Benutzung von Torf als Brennstoff ergab sich naturgemäfs aus dem grofsen Torfvorkommen des Landes. Oldenburg hat mehr als 50000 ha Hochmoorfläche von 3 bis 5 und mehr m Mächtigkeit, die noch nicht in vollem Umfange für den Torfabbau angeschnitten sind. Unschwer könnten schon jetzt, wenn die Absatzmöglichkeit bestünde, jährlich 60 bis 70000 Ladungen Torf gefördert werden, bei fortschreitendem Übergang von dem noch in grofsem Umfange üblichen Handstich zu ausschliefslich maschineller Förderung erheblich mehr.

Zur Veranschaulichung der in den Torfmooren schlummernden Werte mag an dieser Stelle, wenn auch nicht zur Sache gehörend, erwähnt werden, dafs die Überlandzentrale Wiesmoor in Oldenburg, als erstes Torf-Stromwerk in Deutschland erstellt, mit etwa 6000 ha Moorfläche einen Besitz von etwa 26 Millionen Tonnen trocknen Torfs gleich ungefähr 12000 Millionen k/Wst darstellt. (»Organ« 1922, Heft 2, Seite 25.)

Im Jahre 1875, d. h. 8 Jahre nach Eröffnung der ersten Eisenbahnstrecken im Oldenburger Lande ging man von Torf- zu Kohlenfeuerung im Lokomotivdienst über, da der durch die gesteigerten Zugbelastungen bedingten schärferen Beanspruchung der Lokomotivkessel mit ausschliefslicher Verfeuerung von Torf nicht mehr genügt werden konnte. Es kam hinzu, dafs durch die im Jahre 1875 fertiggestellte Bahnverbindung von Oldenburg über Osnabrück nach Westfalen der besonders in den Jahren 1871/74 sehr hohe Kohlenpreis gesunken war, so dafs die Kohle erfolgreich in Wettbewerb zu Torf treten konnte. Mit der Verfeuerung von Kohle verschwanden die Torftender, mit welchen die Lokomotiven bis dahin gekuppelt waren. Textabb. 1 zeigt eine Lokomotive aus der Gattung der ersten Betriebslokomotiven der Oldenburgischen Staatseisenbahnen mit Torftender. (Klappen im Dach des Tenders zum Einbringen des Torfs.)

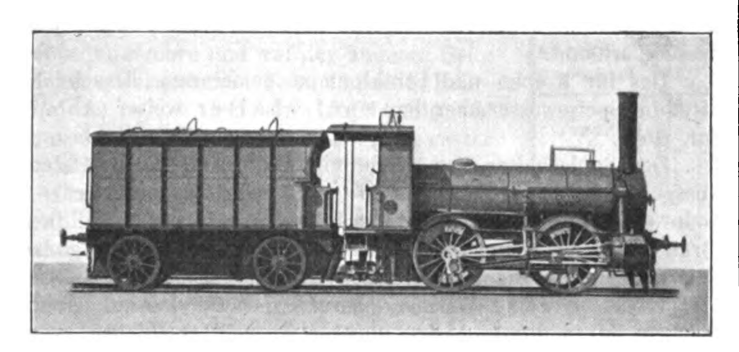


Abb. 1. Lokomotive mit Torftender aus der Gattung der ersten Betriebslokomotiven der Oldenburgischen Staatsbahnen.

Seit 1875 wird bei den Oldenburgischen Eisenbahnen — jetzt Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft, Reichsbahndirektion Oldenburg — bis auf den heutigen Tag Torf und zwar Torf geringerer Güte mit etwa 2500 W. E. (Bunttorf) nur noch zum Anheizen der Lokomotiven verwendet. (Daneben findet Torf in gröfserem Umfang zu Packwagenheizung und zu Ofenheizung bei den Dienststellen Verwendung.)

Die Vorzüge der Torfheizung bei Lokomotiven sind bekannt. Auf die zum Teil auch im »Organ« besprochenen Versuche der Schwedischen Staatseisenbahnen mit Torffeuerung darf hierbei hingewiesen werden.

Kurz zusammengefafst seien die Vorteile der Torffeuerung gegenüber der Kohlenfeuerung hiermit wiederholt: leichte Entzündbarkeit (Anfeuerungsmöglichkeit), geringer Aschenfall (schwerer Torf aus guten Hochmooren ist aschearm, hat nur 0,5 bis 3 v. H. Aschegehalt), keine nennenswerte Schlackenbildung, geringe Flugasche, infolgedessen kein Zusetzen der Heizrohre und daher Rohrziehen nur in gröfseren Zeitabschnitten erforderlich, kein Abzehren der kupfernen Feuerbüchsplatten und Stehbolzenköpfe durch schweflige Gase, kein Abbrand des Rostes, geringere Betriebs- und Unterhaltungskosten.

Die der Aufsicht der R. B. D. Oldenburg unterstehende, 12,3 km lange Kleinbahn Zwischenahn—Edewechterdamm dient vorzugsweise der Erschliefsung grofser Torfmoore, und es lag daher nahe, für den Betrieb dieser Kleinbahn statt der auf ihr bisher verwendeten Lokomotiven mit Kohlenfeuerung eine Lokomotive mit Torffeuerung in Dienst zu stellen. Da in die wirtschaftlichen Erfolge eines solchen Versuches keine Zweifel gesetzt wurden, mit einer Lokomotive allerdings geringerer Leistung auf einem gröfseren Torfwerk günstige Ergebnisse vorlagen, sah die Kleinbahn von dem zunächst naheliegenden Umbau einer Lokomotive für Torffeuerung ab und gab der Lokomotivfabrik Arnold Jung G. m. b. H. in Jungenthal bei Kirchen a. d. Sieg die nachstehend näher beschriebene Lokomotive in Auftrag (Textabb. 2).

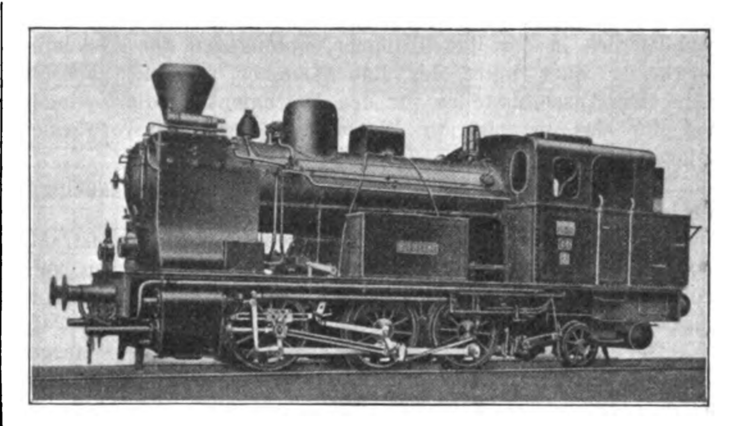


Abb. 2. C1-h2 Tenderlokomotive mit Torffeuerung der Kleinbahn Zwischenahn—Edewechterdamm.

Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind auf Tafel 25 angegeben.

Die drei gekuppelten Achsen sind fest im Rahmen gelagert, die hintere Laufachse ist als Adamachse ausgebildet. Die aus einem Stück hergestellten Rahmenbleche sind durch die Pufferträger und kräftige Zwischenstreben zuverlässig versteift. Vor dem Stehkessel ist der Rahmen als Wasserkasten ausgebildet, ein weiterer U-förmiger Wasserbehälter ist auf dem Trittblech über der mittleren Treibachse angeordnet. Der geräumige Torfbehälter ist hinter dem Führerhaus vorgesehen und oben und unten mit Bedienungsklappen ausgerüstet. Der Kessel ist üblicher Bauart. Der Langkessel besteht aus einem zylindrischen Schufs. Im Langkessel untergebracht sind 68 Rauchrohre und 16 Heizrohre. In den Rauchrohren von 64 mm l. W. stecken je zwei Überhitzerrohre von 22 mm Aussendurchmesser des Schmidtschen Kleinrohrüberhitzers. In der Rauchkammer sind zwei Überhitzerkasten seitlich angeordnet. Mit Rücksicht auf die Torffeuerung ist die Feuerkiste besonders tief — 600 mm von Rostoberkante bis unterstes Heizrohr — ausgebildet.

Im Dom befindet sich ein Patent-Wasserabscheider nach Abb. 3, Taf. 25. Die Wirkung dieses Wasserabscheiders beruht auf der Ausschleuderung des mitgerissenen Wassers auf dem langen spiralförmigen Dampfweg »w«. Das an den Wandungen ausgeschiedene Wasser wird durch Fangbleche »b«

abgefangen, die eine weitere Berührung mit dem getrockneten Dampf verhindern. Die Fangbleche »b« sind so angeordnet und gestaltet, dafs infolge des durch die Fliehkraft und die Bewegungsenergie erzeugten Überdrucks das ausgeschiedene Wasser sofort kräftig und schnell durch die Abflufslöcher »l« in den Kessel zurückgedrückt wird und der Abscheider somit auch gröfsere Wassermengen sicher bewältigen kann.

Im Führerhaus angeordnete seitliche Schiebefenster ermöglichen, den Führerstand vollkommen abzuschliefsen.

Der Aschkasten hat mit Rücksicht auf die flüchtige Torfasche nur vorn eine hochliegende Luftklappe, in den Seitenwänden je eine Entleerungsklappe und im Boden ein mit Deckel verschlossenes Mannloch. Das Einspritzrohr durchzieht den Aschkasten in der Längsrichtung.

Die Feuertür ist als Schiebetür mit Rollenführung ausgeführt.

Die Tragfedern der gekuppelten Achsen liegen unter den Achsbuchsen, bei der Laufachse über diesen. Die Tragfedern der beiden vorderen und der beiden hinteren Achsen sind untereinander durch Ausgleichhebel verbunden.

Die Dampfverteilung geschieht durch Kolbenschieber mit innerer Einströmung; Sicherheits-, Umlauf- und Luftsaugeventile sind vorgesehen. Eine Schmierpresse, Bauart Bosch, mit sechs Ölauslässen versorgt die Zylinder und Kolbenschieber.

Die Lokomotive ist ausgerüstet mit einem A b d a m p f - v o r w ä r m e r und einem A b g a s v o r w ä r m e r. Letzterer befindet sich in der Rauchkammer, wohingegen der Abdampfvorwärmer quer unter der Rauchkammer, also in nächster Nähe der Anschlufsstellen für den Heizdampf an die Zylinder und für das vorgewärmte Wasser an den Abgasvorwärmer angeordnet ist.

Auf diese beiden Vorwärmer wird noch näher eingegangen werden.

Zur Speisung des Kessels sind neben zwei Dampfstrahlpumpen bekannter Bauart vier gesteuerte Fahrpumpen vorhanden, die zusammen mit der linken Strahlpumpe den Vorwärmer speisen.

Der Schornstein ist als Funkenfängerschornstein ausgebildet und im Austrittsquerschnitt mit einem feinen Drahtsieb versehen (Abb. 4 und 5, Taf. 25).

Als weitere Feinausrüstungsteile sind vorgesehen: Dampfläutewerk, Prefsluftsandstreuer, Schieberkastendruckmesser, Heifsdampfpyrometer, Pumpendruckmesser, Vorwärmerthermometer, Pulsometerhahn und Dampfheizung.

Neben einer Wurfhebelbremse ist die Lokomotive mit Druckluftbremse ausgerüstet. Gebremst werden die drei gekuppelten Achsen, etwa $80\,^0/_0$ des mittleren Dienstgewichts können abgebremst werden.

Über die beachtenswerten Sondereinrichtungen der Lokomotive, Überhitzer und Vorwärmer ist noch folgendes zu sagen:

Der geringere Heizwert von Torf bedingt neben einem grofsen Heizstoffbehälter einen verhältnismäfsig grofsen Rost. Das Verhältnis $\frac{\text{Rostfläche}}{\text{Kesselheizfläche} + \text{Überhitzerheizfläche}}$ beträgt: $\frac{2}{58{,}386 + 26} = \frac{2}{84{,}38} = \frac{1}{42{,}19}$, wie man es auch bei Nafsdampflokomotiven für Torffeuerung anwendet.

Der Ü b e r h i t z e r (Abb. 4 und 5, Taf. 25) ist mit Rücksicht auf einen raschen Wärmeaustausch zwischen den Heizgasen und dem zu erhitzenden Dampf als S c h m i d t scher Kleinrohrüberhitzer üblicher Bauart und mit dem günstigen Verhältnis $\frac{\text{Überhitzerfläche}}{\text{Kesselheizfläche}} = \frac{26}{58{,}386} = 1 : 2{,}25$ ausgeführt.

In den Rauchrohren von 64/70 mm Durchmesser stecken die Überhitzerrohre von 17/22 mm Durchmesser. Die Überhitzerrohre sind in der Rauchkammer wagrecht zu den Anschlufsstellen zweier seitlicher Sammelkasten abgebogen, wodurch überall möglichst kurze Dampfwege aufserhalb der wirksamen Rohrlänge erreicht werden und nirgends Nafsdampf- und Heifsdampfströme die gleichen Wände bespülen. Im Scheitel des Verbindungsrohres der Heifsdampfkammern ist ein Luftsaugeventil angeordnet, das in Verbindung mit einer selbsttätigen Umlaufvorrichtung an den Zylindern bei Leerlauf der Lokomotive ungewollte Drucksteigerungen in den Zylindern und übermäfsige Erhitzungen der Kolbenschieber verhütet.

Die V o r w ä r m e e i n r i c h t u n g (Bauart Werle, Abb. 6, Taf. 25), ein sogenannter Verbundvorwärmer besteht aus den gesteuerten Fahrpumpen unter dem Führerstand, aus dem Ventilkasten mit Windkessel auf dem Führerstand links, aus dem Spülschalter in der Druckleitung links, aus dem Abdampfvorwärmer unter der Rauchkammer und aus dem Abgasvorwärmer in der Rauchkammer.

Die K o l b e n  d e r  F a h r p u m p e n z y l i n d e r *) werden von den Treibstangenköpfen der Lokomotive aus durch Zwischenhebel angetrieben, deren Steuerkolben sind beiderseits an die Schieberschubstangen angelenkt und werden durch die Lokomotivsteuerung so beeinflufst, dafs sie die Förderleistung der Pumpen stets ungefähr dem Dampfverbrauch der Lokomotive anpassen. Die Druck- und Saugeventile der Pumpen sind in einem Ventilkasten vereinigt, der beim Heizerstand bequem zugänglich untergebracht ist.

Beim Regelbetrieb fördern die Fahrpumpen (oder die linke Dampfstrahlpumpe) das Speisewasser über den Ventilkasten und durch den Spülschalter zum Abdampfvorwärmer, den es von unten nach oben im Gegenstrom zum Heizdampf durchströmt, dann zum Abgasvorwärmer, der in der Richtung von vorne nach hinten durchflossen wird und schliefslich über das Dreiwegeventil zum Kesselspeiseventil.

Im allgemeinen wird durch die Fahrpumpen selbsttätig das im Kessel verdampfte Wasser ergänzt. Im Notfall kann bei Wassermangel durch Anstellen des linken Injektors nachgeholfen werden. Ist die Wasserförderung zu grofs, wie z. B. bei längeren Talfahrten mit geschlossenem Regler, so wird die Pumpenwirkung durch die Abstellhähne, die mit dem Ventilkasten verbunden sind, unterbrochen. Das regelmäfsige Arbeiten der Pumpen wird an den Zeigerausschlägen des Pumpendruckmessers erkannt.

Das für Kolben und Strahlpumpe gemeinsame Druckrohr leitet das Speisewasser über den S p ü l s c h a l t e r weiter (Abb. 7, Taf. 25).

Der Spülschalter ermöglicht ein bequemes, regelmäfsiges Ausspülen der Vorwärmerrohre — auch während der Fahrt —, wodurch dem Festbrennen der ausgeschiedenen Kesselsteinbildner vorgebeugt wird, auch dient er dazu bei Bedarf die ganze Vorwärmeeinrichtung auszuschalten und unmittelbar den Kessel zu speisen. — Seine Wirkung beruht darauf, dafs in einem Gehäuse mit mehreren Abzweigungen durch Verschieben eines Doppelkolbens K die Verbindung der Anschlüsse wechselseitig geändert wird. Damit dieses Umschalten selbsttätig geschieht, haben die beiden Scheiben des Doppelkolbens verschiedene Durchmesser, so dafs je nach den Druckverhältnissen vor und hinter der gröfseren Scheibe der Umschalterkolben sich einstellt.

Mittels des Steuerhahns C werden diese Druckänderungen eingeleitet, er wird durch einen Handzug vom Führerstand aus betätigt.

Das Dreiwegeventil v und die Spindel f dienen nur zum Ausschalten der Vorwärmereinrichtung.

In der B e t r i e b s s t e l l u n g des Spülschalters ist der Steuerhahn C geschlossen, der Kolben K wird durch den Überdruck hinter der gröfseren Kolbenscheibe rechts auf den Ventil-

*) Abbildungen der Fahrpumpen können zur Zeit noch nicht gebracht werden; dies soll nachgeholt werden, sobald die dieserhalb schwebenden patentrechtlichen Fragen geklärt sind.

sitz nach links hin geprefst. Das Speisewasser gelangt vom Spülschalter aus von unten nach oben durch die Vorwärmer hindurch über das Dreiwegeventil v zum Kessel.

Beim Öffnen des Steuerhahns C verschwindet der Druck hinter der grofsen Kolbenscheibe rechts und der Kolben K bewegt sich nach rechts hin in die Spülstellung. Jetzt durchfliefst das Speisewasser vom Spülschalter aus in umgekehrter Richtung erst das Dreiwegeventil v, dann von oben nach unten die Vorwärmer und strömt links ohne Gegendruck, also mit grofser Spülwirkung ins Freie.

In der Ausschaltstellung des Spülschalters ist das Dreiwegeventil v geschlossen und der Kolben K durch die Spindel f in der Spülstellung festgehalten. Das Speisewasser gelangt in dieser Stellung vom Spülschalter aus unmittelbar zum Kesselspeiseventil.

Der Abdampfvorwärmer (Abb. 4 und 5, Taf. 25) liegt in unmittelbarer Nähe der Zylinder unter der Rauchkammer. Die Rohrleitungen für den Heizdampf von den Zylindern her und für das vorgewärmte Speisewasser zum Abgasvorwärmer werden dadurch kurz und einfach. Die Vorwärmerrohre sind in einen viereckigen Dampfkasten eingeschlossen und so zusammengebaut, dafs sie sich reihenweise frei und unabhängig voneinander ausdehnen können. Zur Reinigung kann das Rohrbündel in einzelne Elemente auseinander genommen werden. Heifsdampf und Speisewasser werden zwangläufig im Gegenstrom zueinander geführt.

Der Abgasvorwärmer in der Rauchkammer (Abb. 4 und 5, Taf. 25) besteht aus mehreren wagrechten Heizrohrbündeln, die quer zur Kessellängsachse zu beiden Seiten des Schornsteins und so hoch gelagert sind, dafs durch sie die Reinigung und Auswechslung der Kesselrauch- und Heizrohre nicht behindert wird. Die Vorwärmerrohrbündel sind einzeln auswechselbar. Sie münden auf der einen Seite reihenweise in Verbindungsrohre und auf der anderen Seite in Umlenkkammern. Jede einzelne Rohrreihe kann sich frei und unabhängig von den andern ausdehnen. — Das Speisewasser durchströmt die vordere Vorwärmerhälfte im Gegenstrom zu den Heizgasen von oben nach unten. Durch Klappen an den Vorsetzkasten des Rauchkammermantels werden die Vorwärmerrohre zur Vornahme der äufseren und inneren Reinigung zugängig. Nach dem Ausbau eines Rohrbündels liegen dessen einzelne Vorwärmerrohre ringsum frei. — Die Rohre sind schichtenweise so angeordnet, dafs zwischen ihnen genügend Durchgangsquerschnitt für die Rauchgase verbleibt und der Zug für die Feueranfachung nicht beeinträchtigt wird. Beim Anheizen können die Rauchgase durch Öffnen einer besonderen Rauchklappe um den Vorwärmer herumgeführt werden.

Vor Inbetriebnahme der Lokomotive ist der Vorwärmer durch den kleinen Behälter auf der Rauchkammer hindurch mit Wasser zu füllen und während des Betriebes immer gefüllt zu halten. Der Abgasvorwärmer liegt im Zuge der Feuergase, bildet also einen Dampferzeuger und seine Rohre dürfen ebensowenig wie die Feuerbuchsdecke ohne eine abkühlende Wasserbespülung bleiben. Ein Fahren ohne Wasser im Abgasvorwärmer auf längere Zeit ist daher unzulässig. Ob der Vorwärmer mit Wasser gefüllt ist, wird beim Speisen durch Anheben des kleinen Ventils auf dem Füllbehälter erkannt. Dieses Ventil dient aufserdem dazu, den Abgasvorwärmer während der Fahrt mehrmals zu entlüften, da sich beim Speisen die im Wasser enthaltene Luft im Behälter aussondert und entfernt werden mufs, ehe sie in den Kessel gelangen kann.

Die Lokomotive »Edewecht« wurde am 10. Juni 1925 in Dienst gestellt. Wenn sich auch in einer etwa sechswöchigen Betriebszeit Anstände nicht ergaben, soll über die Bewährung der Sondereinrichtungen dieser Lokomotive, über die Betriebsergebnisse (Torf- und Wasserverbrauch usw.) erst später berichtet werden.

Schon jetzt seien in Textabb. 3 die Betriebsergebnisse der Vorwärmeranlage wiedergegeben, die bei einer Lastprobefahrt am 30. 7. 25 festgestellt wurden.

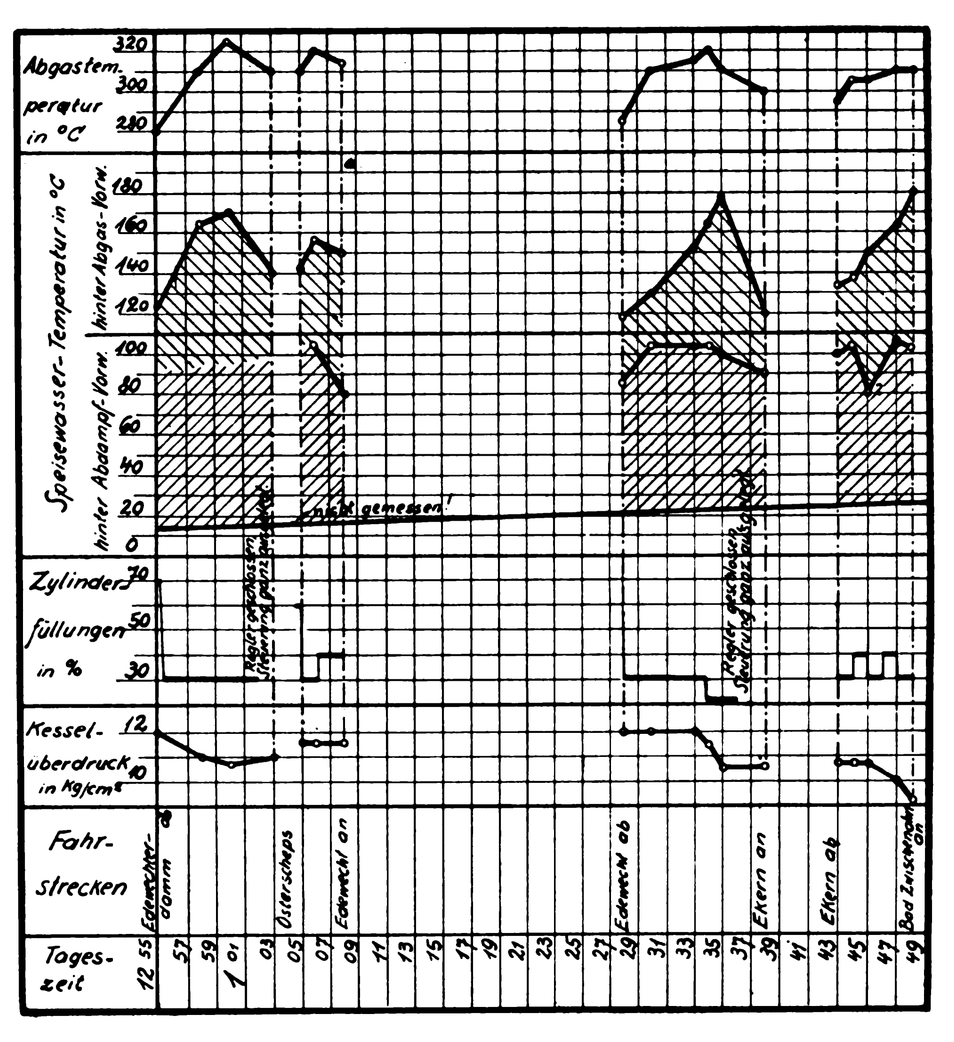



Abb. 3. Betriebsergebnisse der Vorwärmeranlage.

Die Schlepplast betrug bei 76 Achsen 781 t, die Lokomotive war also unter Berücksichtigung der günstigen Streckenverhältnisse bei weitem nicht ausgelastet. Trotzdem ergab die Vorwärmereinrichtung bei den kurzen Fahrzeiten von fünf bis sieben Minuten zwischen den einzelnen Haltestellen Wassertemperaturen, die nahe an die Verdampfungstemperatur heranreichen. Mir ist nicht bekannt, dafs gleich hohe Wassertemperaturen bei anderen Lokomotiv-Vorwärmereinrichtungen bisher erreicht wurden.

Die beiden Fahrpumpen liefen während der Fahrt ununterbrochen durch, nur vor den Halten in Edewecht und Zwischenahn wurde die linke Dampfstrahlpumpe je ganz kurze Zeit angestellt, um bei etwa längerem Halten das Abblasen der Sicherheitsventile und ein Verdampfen im Abgasvorwärmer zu verhüten.

Die Beschaffung dieser Lokomotive mit Torffeuerung durch die Kleinbahn Zwischenahn—Edewechterdamm ist aus volkswirtschaftlichen Gründen freudig zu begrüfsen, wobei ich annehme, dafs damit der erste Schritt auf dem Wege getan ist, der zur Verfeuerung von Torf, wenn auch in anderer Form als bei einer dieser Erstausführungen, bei Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn führt.

Der Besitz Deutschlands an Steinkohle ist durch das Friedensdiktat von Versailles empfindlich geschmälert. Auf Jahre hinaus sind ungeheuerliche Kohlenmengen als Reparationskohle — W. K. = Wiedergutmachungskohle — an die »Siegerstaaten« zu liefern.

Unter den Ländern mit gröfseren zusammenhängenden abbaufähigen Hochmooren steht Oldenburg an erster Stelle.

Sicherlich stellt die Verfeuerung des Torfes in Form von Soden nicht die bestmögliche wärmetechnische Ausnutzung des Torfes dar. Die Herstellung von Torfbriketts ist bei verschiedenen Torfwerken aufgenommen. Gelingt es, Torfbriketts zu wettbewerbsfähigen Preisen herzustellen, darf man sich von ihrer Verfeuerung weitergehende wärmetechnische Vorteile versprechen. Weit gröfseren Erfolg versprechend sind jedoch die Versuche mit Torfstaubfeuerung. Bekannt sind solche Versuche auf der Strecke Nässjö–Jönköping-Falköping in Südschweden, für deren Torfstaub verfeuernde Lokomotiven die Anlage in Vislanda den Torfstaub liefert*). Der Heizwert des dort hergestellten Torfstaubs beträgt etwa 4400 W. E., sein spezifisches Gewicht 0,35; 1,3 t Torfstaub entsprechen somit im Heizwert etwa 1 t mittelguter Kohle. Lieferung und Versand von Torfstaub bieten keine Schwierigkeiten. Er ist wenig hygroskopisch und in so geringem Mafse explosiv, dafs er besondere Vorsichtsmafsnahmen bei seiner Lagerung und auf dem Versand, die bei Kohlenstaub unerläfslich und unbequem sind, nicht erfordert.

Es wäre erwünscht, dafs deutsche Torfwerke die Herstellung von Torfstaub alsbald aufnähmen und Versuche mit Torfstaubfeuerung bei Lokomotiven in die Wege geleitet würden. Wirtschaftliche Vorteile für beide können m. E. nicht ausbleiben, wobei ich davon ausgehe, dafs die Versuche angestellt würden in den Bezirken Deutschlands, die sich im glücklichen Besitz von Torfmooren wissen. Die Besitzer der Torfmoore und die Torfwerke dürften ihre Mitarbeit im eigenen und allgemein volkswirtschaftlichen Interesse nicht versagen.

Zur Anstellung der Versuche würde es der Beschaffung neuer Lokomotiven mit Torfstaubfeuerung zunächst nicht bedürfen, zur Gewinnung der wünschenswerten Betriebserfahrungen — Kinderkrankheiten werden sich auch hierbei einstellen, aber überwinden lassen — wird man vorhandene Lokomotiven heranziehen können. Besonderer Prüfung bedarf es noch, ob auf die Erstellung von Torfstaubbunkern auf den Lokomotivstationen (Brennstoffversorgungsanlagen) vorläufig verzichtet werden kann, jedoch müfsten Transportwagen für Torfpulver beschafft werden. Für die Anstellung der ersten Versuche wird man in der Nähe der Torfwerke liegende Lokomotivstationen in Aussicht nehmen können, so dafs wenige Transportwagen zunächst ausreichen dürften.

Die Umstellung der Lokomotiven auf Torfstaubfeuerung d. h. die Ausmauerung der Feuerbuchse, soweit dies durch Torfstaubfeuerung geboten, der Umbau des Tenders zur Aufnahme des Torfstaubbunkers, der Einbau der Torfstaubfördereinrichtung und der Einblasedüse in die Feuerbuchse wird meines Erachtens keine Schwierigkeiten bieten.

*) Siehe Heft 10 vom 30. Mai 1925 des „Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens", Seite 213 u. folgd. „Die Torfstaubfeuerung bei den Lokomotiven der Schwedischen Staatsbahnen" von Oberregierungsbaurat Wagner, Mitglied des Eisenbahn-Zentralamts, Berlin.

# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

## Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

### Böschungsschutz und Feuerschutz.

Im „Sächsischen Eisenbahnblatt" schlägt ein Fachbotaniker Alban Voigt vor, die Böschungen durch amerikanische Pflanzen der Gattung Opuntia oder Kaktusfeige zu schützen. Diese Fettpflanzen könnten zur Verhinderung von Rutschungen, also zur Bindung des Bodens, und zur Verhütung von Grasbränden dienen. Sämtliche Arten der Opuntia haben sich als vollkommen winterfest erwiesen.

Voigt schreibt am Schlusse wörtlich: „Diese Pflanzen vermehren sich leicht. Es genügt, ein Glied eines Astes auf den Boden zu werfen, und die Wahrscheinlichkeit ist, dafs es Wurzel fafst; besteckt man doch mit Opuntia die Lavafelder des Ätnas. Wenn es regnet, saugen sich die Stöcke voll Wasser und können dann monatelange Dürre ertragen. Sie binden den Boden und schützen ihn vor Abspülung, sind unverbrennbar und lassen nichts Brennbares zwischen sich aufkommen. Man kann sagen, dafs, wenn Opuntien einmal Fufs gefafst haben, die von ihnen bedeckte Böschung keiner weiteren Arbeit bedarf. Es wäre vielleicht angebracht, an Stellen, die dem Funkenflug besonders ausgesetzt sind, einen Anpflanzungsversuch zu machen."

Der Versuch wäre aber nicht ungefährlich! Voigt schreibt selbst: „In Südeuropa, Nord- und Südafrika, Asien und Australien ist die Opuntia oder Kaktusfeige so massenhaft verwildert, dafs sie eine wahre Gefahr geworden ist."

Pflanzt nun die Reichsbahn auf Böschungen und Feuerschutzstreifen die genannte Fettpflanze an, so kann man zwar die Löhne und sonstige Kosten für Wundhaltung der Feuerschutzstreifen ersparen. Aber man wird in einigen Jahren wieder Kosten aufwenden müssen, um das Weiterwuchern der Opuntien auf die Nachbargrundstücke und damit Schadenansprüche hintan zu halten; dazu kommt dann noch der Ausfall an Pachtgeldern und Nutzungsertrag.

Es drängt sich die Frage auf, ob es überhaupt nötig ist, zur Bekämpfung von Böschungsrutschungen oder als Feuerschutz ausländische Pflanzen einzubürgern, oder ob hierfür nicht bodenständige Mittel zur Verfügung stehen.

Zur Verhinderung von Böschungsrutschungen stehen zunächst die Weidenpflanzungen zur Verfügung, die nebenbei bemerkt eine gute Einnahmequelle bilden; weitergehende Mittel, wie Sickerschlitze (Steinpackungen) und Drainagen stehen hier nicht zur Behandlung.

Wie verhält es sich nun mit den Gras- und Waldbränden? Gegen Grasbrände an den Böschungen sind wir scheinbar machtlos. Ist die Grasnarbe durch langanhaltende Dürre im Sonnenbrand verdorrt, der Boden hart und heifs, dann sind die Grasbrände nur durch verstärkte Bahnbewachung einzudämmen; ganz zu verhindern sind sie kaum. Besonders begünstigt werden sie, wenn das Abharken im Frühjahr versäumt wird, so dafs sich das frische Grün erst durch die vertrockneten Wintergräser hindurchschieben mufs.

Gegen Waldbrände als Folge des Funkenfluges beschränken sich unsere Mafsnahmen ebenfalls fast nur darauf, die Brandstelle durch die bekannten „Wundstreifen" zu begrenzen. Durch diese Wundstreifen wird der angrenzende Waldbestand in Vierecke zerlegt, um das Weiterlaufen eines Bodenbrandes zu verhindern. Wipfelbrände, die glücklicherweise seltener vorkommen, halten jedoch auch die Wundstreifen nicht auf.

Ein wirtschaftlicher Erfolg wäre vielleicht durch Birkenanpflanzung zu erreichen. Die Birke ist schnellwüchsig, sie ist das Unkraut unter den Stammgewächsen des deutschen Waldes. Sie dämpft das Feuer, denn ihre Blätter entwickeln in der Flamme ein Gas, dessen chemische Zusammensetzung branderstickend wirkt. Diese Wirkung des in der Hitze angesengten Birkenlaubes, vom Forstmann schon lange erkannt und wissenschaftlich begründet, müfste sich die Reichsbahnverwaltung zunutze machen. Birkenwald gerät nicht durch Funkenflug in Brand und Birkeninseln werden vom Feuer umgangen, wohingegen andere Laubbäume, obwohl sie dem Feuer zunächst auch gröfseren Widerstand entgegensetzen, als die harzigen Nadelhölzer, lebensunfähig geworden sind.

Der Vorschlag des Verfassers geht nun dahin, die Feuerschutzstreifen mit Birken zu bepflanzen. Natürlich darf dieser Birken-

gürtel nicht hochstämmig werden, sondern mufs stets Dickicht bleiben. Die einzelnen Stämmchen werden hierzu nicht allzu tief abgeschnitten, damit der Stumpf neu austreiben kann. Jeder abgeschnittene Wurzelstock treibt dann mehrere Stämmchen. Es wird stets grünes Unterholz vorhanden sein.

Es wird sich empfehlen, probeweise einige Birkenschutzstreifen anzulegen und sie in Brandversuchen zu erproben. Als Vorversuch könnte auf passendem Gelände durch Einstecken in die Erde ein 1 m breites Birkendickicht künstlich hergestellt werden. Vor, hinter und unter diesem werden trockene Gräser, Reiser und Waldstreu in einer der Wirklichkeit möglichst nahe kommenden Weise ausgebreitet. Auf der Windseite wird dann angezündet und nun mufs sich zeigen, ob das Feuer durch das Schutzdickicht hindurchläuft. Aller Wahrscheinlichkeit nach wird das Feuer in den Birken halt machen.

Schliefslich sei auch auf andere Mittel und Wege hingewiesen, die mindestens die alljährliche Bearbeitung der Wundstreifen unnötig machen. Z. B. Herstellung der Schutzstreifen aus einer etwa 20 cm dicken Lage gerammter Lokomotivschlacke mit abgeglichener dichter Oberfläche, oder aus Abfällen der chemischen Industrie, der Salzwerke (Rückstände aus Gradierwerken) u. ä. Schutzstreifen und Wege aus derartigen Stoffen bleiben jahrelang vegetationslos. Ihre Verwendung ist aber nur dort möglich, wo sie kostenlos in greifbarer Nähe ohne grofse Förderkosten zu haben sind, so dafs der Einbau im Vergleich zu den alljährlichen Wundhaltungskosten wirtschaftlich erscheint.

W. Eifsner.

### Amerikanische Messungen der Schienendurchbiegung

(El. Railw. Journ. 1925, Februar.

werden zur Zeit in Washington ausgeführt mit einem Durchbiegungsmesser, den das Bureau of Standards entwickelt hat. Die Messungen werden an Strafsenbahngleisen gemacht. Sie sollen zunächst nicht die absoluten Gröfsen der Durchbiegungen feststellen, sondern nur Vergleichswerte liefern, die bei der verschiedenartigen Belastung der Schienen im Betriebe entstehen, also durch verschieden schwere Wagen, verschiedene Achsanordnung usw. Es ist auch geplant die Einwirkung unrunder Räder auf die Gröfse der Durchbiegung zu untersuchen.

Das Mefsgerät besteht aus einem etwa 20 cm langen Aluminiumstab, der mit dem Schienenfufs verbunden wird, und einem zweiten, gelenkig angebrachten Stab. Beide Stäbe tragen einen Anschlag. Bewegt sich der Anschlag des Gelenkstabes, so drückt er dabei auf Kohlekörner, die in ihm eingebaut sind, und ändert damit den Widerstand, den ein elektrischer Strom beim Durchgang findet (wie im Mikrophon älterer Bauart).

Dieser Kohlewiderstand ist ein Teil einer Wheatstoneschen Brücke. Die drei anderen Teile sind in einem tragbaren Gerät untergebracht. Das Galvanometer dazu bewegt einen kleinen Spiegel, dessen Drehungen mit Hilfe eines Lichtstrahles als Lichtzeiger auf einem Filmstreifen aufgenommen werden.

Die gleichen Mefsgeräte sind am Schienenkopfe und in halber Höhe des Steges angebracht.

Die Untersuchungen sollen an den Schienenstöfsen und an mittleren Stellen einer Schienenlänge durchgeführt werden. Dr. Gl.

### Senkrechte oder geneigte Stellung der Schienen auf Querschwellen.

(Revue générale des chemins de fer, 1925, Heft 1.)

Die Eisenbahnschienen wurden in Frankreich bis zum Jahre 1908 allgemein mit einer Querneigung 1:20 entsprechend der Kegelform der Radlaufflächen verlegt, bis in diesem Jahre nach dem Beispiel amerikanischer Bahnen Versuche mit der senkrechten Stellung der Schienen auf den Schwellen gemacht wurden. Die einzelnen Gesellschaften haben daher auf ihrem Netz Versuchsstrecken eingerichtet. Die im August 1921 angestellten Untersuchungen an den im vollen Betrieb befahrenen Versuchsstrecken haben folgende Wahrnehmungen ergeben:

1. Die Schienen zeigen eine Verdrückung des Materials senkrecht zur Gleisachse, die an der Innenseite des Schienenkopfes einen Überhang bis zu 2 mm hervorruft.

2. An den Stöfsen zeigt sich ein Fliefsen des Schienenmaterials in der Fahrtrichtung.

3. In den Gleisbögen ist ein Kanten der Schienen nach aufsen festzustellen, wodurch je nach dem Zustand des Befestigungsmittel und der Schärfe der Kurve Spurerweiterungen bis zu 4,5 mm auftreten.

4. In Gleisbögen von 500 m Halbmesser arbeitet sich der Schienenfufs an der Aufsenseite in den Schwellenschraubenschaft ein, die unterlegten Pappelholzplättchen zeigen an der Aufsenseite im allgemeinen nur noch 75 % ihrer ursprünglichen Dicke, was als weiterer Beweis für das Kanten nach aufsen anzusehen ist.

5. Die Schienen fahren sich genau nach der Kegelform der Räder ab.

Nach Prüfung dieser Ergebnisse wurde beschlossen, die senkrechte Stellung der Schienen nur dort weiter beizubehalten, wo sie die Konstruktion des Oberbaues erleichtert, auf der freien Strecke aber wieder zur Neigung 1:20 zurückzukehren. Um weitere Erfahrungen zu sammeln, wurden auf den einzelnen Netzen Probestrecken in ganz geringer Länge beibehalten. Wa.

## Lokomotiven und Wagen.

### 1 D + D-h 4 v Gelenklokomotive der Holländischen Staatsbahnen auf Java.

(Han. Nachr. 1924, Heft 132.)

Die Holländischen Staatsbahnen auf Java besitzen einen sehr leistungsfähigen Lokomotivpark. Schon 1903 wurden für Gebirgsstrecken 1 C + C-n 4 v Gelenklokomotiven bestellt und von 1912 an lieferte die Hanomag eine gröfsere Anzahl der bekannten 1 F 1-h 2 Tenderlokomotiven*). Während des Weltkriegs und im Jahr 1919 baute dann die Amerikanische Lokomotiv-Gesellschaft schwere 1 D + D-h 4 v Lokomotiven. Diese Lokomotiven gaben jedoch Anlafs zu mancherlei Klagen; so zeigten sich nach kurzer Zeit Brüche an den Barrenrahmen, auch waren die Gegengewichte nicht sorgfältig berechnet usw. Die Bahn entschlofs sich daher, eine gleiche Type nach europäischer Bauweise in Europa zu bestellen. Den Auftrag zur Ausarbeitung des Entwurfs erhielt die Hanomag. Die Lokomotive sollte ohne Überlastung imstande sein, einen Schnellzug von 300 t Gewicht mit einer Geschwindigkeit von 30 km/Std. auf Steigungen von 25 ‰ und durch Krümmungen von 125 m Halbmesser zu schleppen. Sie sollte ferner bei allen Geschwindigkeiten bis zu 50 km/Std. einen ruhigen Gang haben, ohne störende Bewegungen infolge von ungenügend ausgeglichenen Massen. Auferdem sollte der gröfste Achsdruck 10,85 t nicht überschreiten. Es war demnach für die in Frage kommende Kapspur von nur 1067 mm verhältnismäfsig viel verlangt. Die Abb. 1 zeigt den auf Grund dieser Vorschriften aufgestellten Entwurf der Lokomotive in Ansicht und Grundrifs.

*) Organ 1912, S. 422.

Im Gegensatz zu der amerikanischen Ausführung wurden Blechrahmen mit 28 mm starken Wangen verwendet. Vorder- und Hinterrahmen sind durch zahlreiche Blechverstrebungen in der üblichen Weise versteift verbunden; aufserdem ist am Vordergestell vorn eine Verstrebung aus Flufseisengufs vorgesehen zur Aufnahme der Zug- und Stofsvorrichtung und des Drehzapfens der Laufachse. Am hinteren Ende des Vordergestells und am Hintergestell vorn zwischen den Hochdruckzylindern sind zwei weitere Verstrebungen aus Flufseisengufs. An diese sind die Bolzenlager für die Kupplung der beiden Gestelle angegossen. Zwischen den Bolzenlagern ist genügend Spiel vorgesehen, so dafs auch senkrechte Bewegungen des Vordergestells von ± 15 mm die Bolzenlager nicht beanspruchen. Die Kupplung selbst ist kugelig ausgeführt. Zur Begrenzung der senkrechten Schwankungen sind an den seitlichen Flanschen der Gufsstücke Entlastungsnocken vorgesehen.

Die Tragfedern der gekuppelten Achsen liegen unter den Achslagern. Zum Ausgleich der Achsbelastungen sind am Vordergestell die Bisselachse und die erste Kuppelachse und dann wieder die drei folgenden Achsen, am Hintergestell die beiden vorderen und die beiden hinteren Achsen miteinander verbunden. Die Achsstände zwischen den einzelnen Achsen mufsten auf das kleinste bemessen werden, um die lange Lokomotive mit Tender auf die vorhandenen Drehscheiben zu bringen. Von den Radsätzen sind die einander entsprechenden von Vorder- und Hintergestell austauschbar, da die Steuerungen für Hoch- und Niederdruckzylinder gleich sind. Darüber hinaus ist auch noch die erste und vierte Kuppelachse jedes Gestells austauschbar; von einer Austauschbarkeit auch mit der zweiten Kuppelachse mufste indessen wegen der

scharfen Vorschriften über den Massenausgleich abgesehen werden. Die Radreifen sind bei den Treib- und Kuppelachsen mit Sprengring und Schrauben, bei den übrigen Achsen nur mit Sprengring gesichert. Die Treibzapfen sind aus Chromnickelstahl, die Gegenkurbeln aus demselben Werkstoff und abnehmbar. Die Kuppelzapfen sind aus Flußeisen und im Einsatz gehärtet. Der Ausschlag der Laufachse

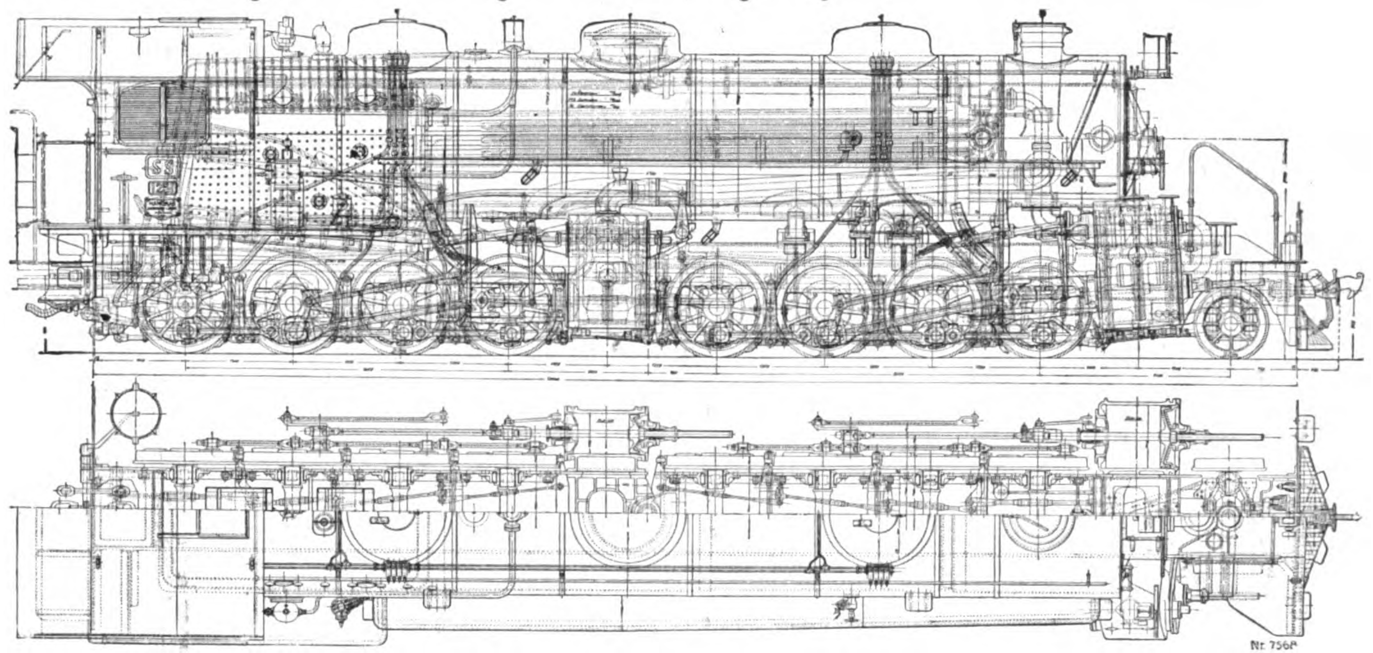


Abb. 1. 1 D + D - h 4 v Gelenklokomotive der Holländischen Staatsbahnen auf Java.

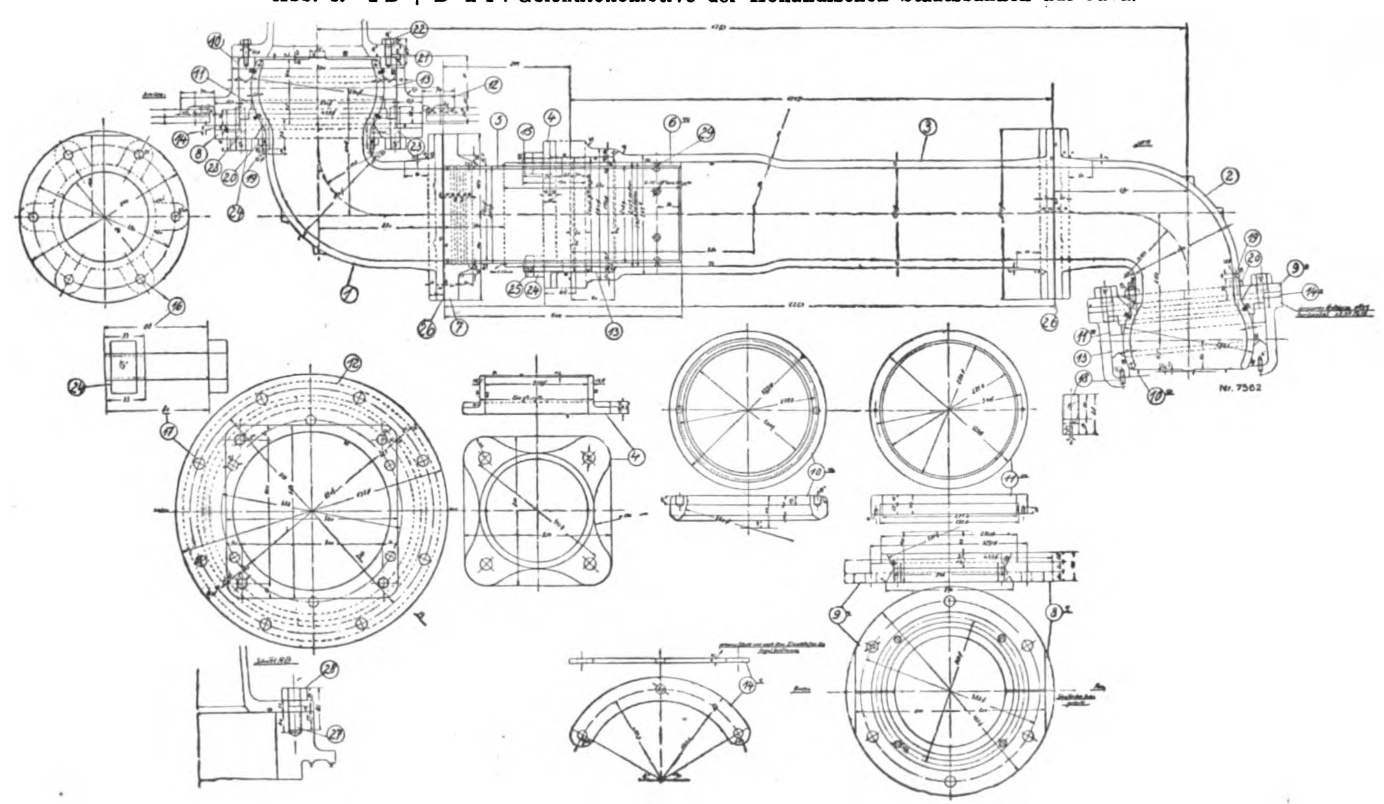


Abb. 2. Ausströmrohr mit Kugelgelenk und Stopfbüchse der 1 D + D - h 4 v Gelenklokomotive.

beträgt in der Krümmung von 125 m Halbmesser rund 47 mm, der Ausschlag des Vordergestells an der Stelle der Rückstellvorrichtung 140 mm.

Der Kessel ruht mittels eines domartig gepreßten Sattelstücks, das mit dem zweiten Schuß des Langkessels vernietet ist, auf der Verstrebung der Hochdruckzylinder. Zur Befestigung auf dieser Verstrebung dienen Flansche mit $1^1/_4$" Paßschrauben. Zwischen dem Kesselträger und der Verstrebung liegt ein Paßblech. Hinten liegt der Kessel auf zwei Pendelblechen, die an den Bodenring vorn und hinten angeschraubt sind, auf dem Vordergestell ruht er mittels zweier Gleitträger, von denen der vordere als Rückstellvorrichtung ausgebildet ist.

Der breite Rost liegt über den Rädern; wegen der beschränkten Umgrenzungslinie mußte daher die Stehkesselvorderwand sehr nieder werden. Die Decke des Stehkessels fällt nach amerikanischem Vorgang gegen hinten ab. Die Feuerbüchse ist aus Kupfer und enthält auf drei Wasserrohren einen 1285 mm langen Feuerschirm. Die Längsnähte des Kessels haben Doppellaschennietung, die Quernähte sind überlappt. Von der Ausrüstung des Kessels ist zu nennen die Verwendung eines Selbstschalters, auf den man sonst neuerdings meist verzichtet, sodann der Ventilregler nach Zara, dessen Achse etwas geneigt wurde, um eine Übersetzung der Be-

wegung zu vermeiden. Zwei Coale-Ventile, zwei Klinger-Wasserstandsanzeiger, sowie zwei nichtsaugende Friedmann-Strahlpumpen vervollständigen die Ausrüstung. Der Aschkasten konnte bei der geringen Spurweite nur sehr schmal werden; es wurden deshalb oben seitlich rechts und links noch Luftklappen angebracht, die sich vom Führerhaus aus bedienen lassen.

Hoch- und Niederdruckzylinder wirken je auf die dritte Achse des betreffenden Gestells. Die Kolbenschieber von 220 bzw. 300 mm Durchmesser sind mit schmalen federnden Ringen ausgeführt. Das Verhältnis der Zylinderräume beträgt 2,42. Auf jedem Schieberkasten ist ein selbsttätiges Druckausgleichventil angebracht, aufserdem sitzt bei den Hochdruckzylindern auf dem Einströmkrümmer ein grofses Luftsaugeventil. Zur Schmierung der Zylinder dienen zwei Friedmann-Schmierpumpen, bei den Hochdruckzylindern unter Zwischenschaltung eines Ölzerstäubers. Der Dampf gelangt durch die langen, unter dem Laufblech liegenden Einströmrohre in die hinten liegenden Hochdruckzylinder und von dort durch ein zwischen dem vorderen Gestell liegendes Verbinderrohr in die Niederdruckzylinder. Jedes Einströmrohr hat wegen der Ausdehnung des Kessels vor dem Einströmkrümmer eine Stopfbüchse. Das Verbinderrohr hat über dem Gelenkbolzen kurz vor dem Hochdruckzylinder ein Kugelgelenk und vorn vor dem Niederdruckzylinder eine Stopfbüchse. Es ist etwas nach vorn geneigt; kurz vor der Mündung in den Niederdruckzylinder ist ein Wasserabscheider eingebaut. Das Ausströmrohr hat unter der Rauchkammer ebenfalls ein Kugelgelenk mit Stopfbüchse, um den Bewegungen des Vordergestells folgen zu können (Abb. 2).

Die Dampfkolben sind aus S. M.-Stahl, die Kreuzköpfe zweigleisig, die Gleitschuhe aus Rotgufs ohne Ausgufs, die Gleitbahnträger aus Flufseisengufs. Die Treib- und Kuppelstangen sind sämtlich aus S. M.-Stahl und haben Nachstellkeile. Die Steuerungsteile sind, wie schon angeführt, für beide Gestelle gleich. Der Drehzapfen der Schwinge liegt in der Achse der Steuerwelle. Diese gedrängte Bauart war am Hintergestell wegen der Nähe des Stehkessels erforderlich. Zum Umsteuern dient ein Handrad. Um das Anfahren zu erleichtern, ist auf der linken Seite ein Anfahrhahn vorgesehen, durch welchen dem Niederdruckzylinder bei 64% Füllung Frischdampf zugeführt wird.

Am Vordergestell werden 90% des Reibungsgewichts durch eine Dampfbremse abgebremst. Die Bremsklötze liegen hinter den Rädern. Auf die Kuppelachsen des Hintergestells wirkt von vorn eine Luftsaugebremse mit zwei 21" Zylindern, die unter dem Führerstand aufserhalb des Rahmens angebracht sind. Der Unterdruckbehälter liegt hinten auf dem Tender und ist so grofs bemessen, dafs er für die Bremszylinder der Lokomotive und des Tenders genügt, der ebenfalls mit Luftsaugebremse ausgerüstet ist.

Für den Prefsluftsandstreuer, der als zuverlässigste Bauart gewählt wurde, mufste eine besondere Prefsluftanlage geschaffen werden. Eine kleine Luftpumpe von Knorr wurde eigens hierfür angebracht. Vorn und hinten sitzt auf dem Kessel je ein grofser Sandkasten von 500 kg Inhalt. Bei Vorwärtsfahrt streuen auf jeder Seite sechs, bei Rückwärtsfahrt zwei Rohre.

Besonders erwähnenswert ist endlich noch die elektrische Beleuchtung. Eine Turbo-Dynamo von 500 Watt erzeugt Strom von 24 V. Daraus werden gespeist: 1 Führerhausdeckenlampe und 5 Triebwerkslampen von je 25 Kerzen; 4 Apparatelampen für Geschwindigkeitsmesser, Wasserstandsanzeiger und Druckmesser von je 16 Kerzen; 3 Signallaternen von je 25 Kerzen; 1 Kopflaterne von 300 Kerzen.

Der Tender ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen amerikanischer Bauart. Der Wassereinlauf ist seitlich; die Klappen werden vom Führerhaus aus bedient.

Die Hauptabmessungen dieser bemerkenswerten Lokomotive, die wohl die gröfste bisher in Deutschland gebaute Schmalspurlokomotive sein dürfte, sind folgende:

| | | |
|---|---|---|
| Kesselüberdruck p | 14 | at |
| Zylinderdurchmesser, Hochdruck d | 2 × 450 | mm |
| " Niederdruck $d_1$ | 2 × 700 | " |
| Kolbenhub h | 610 | " |
| Kesseldurchmesser innen gröfster (hinten) | 1700 | " |
| Kesselmitte über Schienenoberkante | 2400 | " |
| Feuerbüchse, Länge und Weite | 1980 × 1520 | " |
| Heizrohr, Anzahl | 142 | Stück |
| " , Durchmesser | 50/55 | mm |
| Rauchrohre, Anzahl | 24 | Stück |
| " , Durchmesser | 125/133 | mm |
| Rohrlänge | 5750 | " |
| Feuerberührte Heizfläche der Feuerbüchse | 11,9 | qm |
| " " " Rohre | 182,9 | " |
| Heizfläche des Überhitzers | 64,9 | " |
| Heizfläche — im ganzen — H | 259,7 | " |
| Rostfläche R | 4,1 | " |
| Durchmesser der Treibräder D | 1102 | mm |
| " " Lauf- und Tenderräder | 774 | " |
| Fester Achsstand (Achsstand der Kuppelachsen) jedes Gestells | 3600 | " |
| Achsstand des Vordergestells | 5730 | " |
| Ganzer Achsstand der Lokomotive | 11650 | " |
| Reibungsgewicht $G_1$ | 88 | t |
| Dienstgewicht der Lokomotive G | 96,0 | " |
| Leergewicht " " | 86,7 | " |
| Dienstgewicht des Tenders | 43,3 | " |
| Vorrat an Wasser | 18,5 | cbm |
| " " Brennstoff | 7,5 | t |
| H : R | 63,1 | |
| H : G | 2,7 | |
| H : $G_1$ | 2,95 | |

R. D.

# Bücherbesprechungen.

**Über Eisenbahnzugtelefonie** von Dipl.-Ing. Br. Rosenbaum, mit 25 Textabbildungen. Verlag von M. Krayn, Berlin. Preis brosch. 1,50 Reichsmark.

Die kleine Schrift stellt die Erweiterung eines früher gehaltenen Vortrags dar. Der Verfasser gibt zunächst einen Überblick über die Entwicklung dieses Problems im Laufe der letzten vier Jahrzehnte. Es wäre hier vielleicht angebracht gewesen, auch die Versuche des Nürnberger Lehrers Chr. Wirth in den Jahren 1913/14 mitzuerwähnen, die zwar nicht die Übertragung von Ferngesprächen, sondern von Fernbremswirkungen auf den fahrenden Zug zum Ziele hatten, aber durch die gelungene Kombination von Raum- und Drahtwellenübertragung unter Benützung vorhandener Bahnfernmeldeleitung den auch für das Problem der Zugtelefonie wesentlichen Hauptteil der Aufgabe lösten (Z. d. V. d. E. V. 1914, Nr. 23).

Im zweiten Abschnitt werden die technischen Einrichtungen besprochen, wie sie nach den Erfahrungen eingehender Versuche auf der Strecke Berlin—Hamburg nach dem System der Dr. Erich Huth Ges. für die nun unmittelbar bevorstehende Einführung der Zugtelefonie auf besonders wichtigen Schnellzugstrecken sich als nötig erwiesen. Mit einem kurzen Ausblick auf die Bedeutung und Zukunft dieser Neuerung im Verkehr schliefst das Büchlein, das wegen seiner gemeinverständlichen, klaren Darstellung nicht nur dem Fachmanne, insbesondere auch dem Fernmeldetechniker, der Post und Reichsbahn, sondern auch jedem am Funkwesen Interessierten wohl empfohlen werden kann.

Km.

**Die Lokomotivantriebe bei Einphasenwechselstrom.** Eine Untersuchung über Zusammenhänge von Motordimensionierung, Getriebeanordnung und Grenzleistung bei Einphasen-Vollbahnlokomotiven von Dr. Ing. Engelbert Wist, o. ö. Professor an der Technischen Hochschule Wien. Mit 48 Textabbildungen, Verlag von Julius Springer, Berlin 1925.

Der Verfasser behandelt in dem gerade 100 Seiten umfassenden Buche die Antriebsfrage der elektrischen Vollbahnlokomotiven auf Grund der Zusammenhänge zwischen Motordimensionen und Getriebeanordnung. Nach Darlegung der allgemeinen Grundzüge über den Bau und Antrieb elektrischer Lokomotiven werden die Hauptgleichungen für die Abmessung der Einphasenmotoren abgeleitet und damit ist der Standpunkt für die Beurteilung der Getriebe gewonnen. Der Verfasser hat dabei sehr scharf herausgearbeitet, welchen Einflufs die Forderung einer guten Baustoff- und Raumwirtschaft einerseits und die Forderung einer guten Betriebswirtschaft andererseits auf die Wahl der Getriebeanordnung hat. Bekanntlich wird die erste Forderung hauptsächlich von den deutschen Bahn-

verwaltungen, die zweite dagegen von den Amerikanern schärfer betont. Für jede Getriebeanordnung hat der Verfasser sehr gute Abbildungen und vollständige Verzeichnisse der darnach gebauten Lokomotiven gebracht, so dafs der Leser nach dem Studium des Buches eine erschöpfende Übersicht über den augenblicklichen Stand der Antriebsfrage bei elektrischen Lokomotiven gewinnen kann. Die Sprache ist knapp und klar, die Ausstattung des Buches sehr gut. Die Anschaffung ist jedem zu empfehlen, der sich mit elektrischen Bahnen zu beschäftigen hat. Prof. Schwaiger.

**Über Dieselelektrische Lokomotiven im Vollbahnbetrieb,** Theorie. Betriebsverhältnisse und Wirtschaftlichkeit, von Dr. Ing. Herbert Brown, Baden (Schweiz), Verlag Ernst Waldmann, Zürich

Neben einem kurzen Überblick über die bis heute vorgeschlagenen Kraftübertragungssysteme enthält die Schrift eingehende Untersuchungen über die für die Bemessung des Kühlers mafsgebenden Gröfsen, über das Steuerungsproblem bei der elektrischen Kraftübertragung (Spannungsregelung des Generators. Drehzahlregelung des Dieselmotors, Triebmotorenschaltung) sowie eine Entwicklung der Lokomotivcharakteristik für eine Dieselelektrische Lokomotive. Auch die Wirtschaftlichkeit der Dieselelektrischen Lokomotive wird einer vergleichenden Betrachtung unterzogen.

**„Wirtschaftliches Arbeiten“,** Beuth-Verlag 1925, eine Übersicht über die Tätigkeit der Ausschüsse und Körperschaften, die sich mit der Hebung der Produktivität der Arbeit befassen, so des Normenausschusses der Deutschen Industrie, des Deutschen Ausschusses für Technisches Schulwesen, des Ausschusses für wirtschaftliche Fertigung, des Reichsausschusses für Arbeitszeitermittlung, der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure usw., Stand der Arbeiten, erschienene Veröffentlichungen.

**Dr. Ing. K. Schaechterle,** Ingenieurholzbauten bei der Reichsbahndirektion Stuttgart. Verlag Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin 1925, Preis geh. 6 RM.

Die Reichsbahndirektion Stuttgart ist bahnbrechend damit vorgegangen, dem Holz wieder den gebührenden Platz bei Ingenieurbauten zu verschaffen. Für Schuppen und Dächer ist damit den Forderungen leichter Herstellung genügt und der mittleren Lebensdauer solcher Bauten Rechnung getragen. Schaechterle, der wohl in diesen Bestrebungen führend war, berichtet nun über die Erfahrungen. Aus zahlreichen Bauausführungen, die von einer Reihe höchst wichtiger Festigkeitsversuche begleitet waren, haben sich Berechnungsvorschriften und allgemeine Baubedingungen herauskristallisiert. Keine Bahnverwaltung, kein Bauingenieur, kein Unternehmer kann an diesem Büchlein achtlos vorübergehen. Dr. Bl.

**H. Spangenberg,** Eisenbetonbogenbrücken für grofse Spannweiten. Verlag J. Springer, Berlin 1924, 17 Seiten, 35 Abb.

Erweiterung eines Vortrages, den Spangenberg auf der Hauptversammlung des Deutschen Betonvereins 1924 gehalten hat. Der bewehrte Beton dringt immer weiter in Gebiete vor, die bisher dem reinen Eisenbau vorbehalten waren. Das vorliegende Schriftchen ist ein wichtiger Beitrag zu der brennenden Frage dieser Gebietsabgrenzung. Neben bewährten fremden Ausführungen bringt Spangenberg insbesondere durchschlagend begründete eigene Vorschläge, denen man nur wünschen kann, dafs sie bald den Weg ins Leben finden. Dr. Bl.

**Dr. Ing. Schmidt,** Die Entwicklung der Gleisrückmaschinen. Stuttgart 1925, Verlag von Konrad Wittwer. Preis geh. 5 RM.

Das Büchlein behandelt ein Gebiet, das erst in den letzten Jahren Bedeutung erlangt hat: rasches Verschieben von Gleisen, die häufig ihre Lage wechseln müssen, insbesondere von Bagger- und Abraumgleisen. Dem Berufe des Verfassers entsprechend ist vorwiegend die Patentliteratur verwertet. Schon jetzt ein wichtiges Buch für Grofsunternehmer im Baubetriebe, für Braunkohlengruben und Maschinenfabriken, wird es an Bedeutung noch gewinnen, wenn es einmal mit fortschreitenden Erfahrungen nach der wirtschaftlichen Seite hin ergänzt werden kann. Dr. Bl.

**R. Petersen,** Erddruck auf Stützmauern. Berlin 1924, Verlag J. Springer. Preis geh. 5,40 RM.

Der Erddruck ist in den letzten Jahren viel erörtert worden. Wenn ein Fachmann vom Range Petersens dazu das Wort nimmt, darf man die Erwartungen hoch stellen. Sie werden erfüllt. Petersen hat ein für den Ausübenden sehr nützliches Büchlein geschaffen, das Licht auf manchen scheinbaren, bisher störend empfundenen Widerspruch wirft. Insbesondere aber bringt es klare Zusammenstellungen über die wahre Gröfse des Erddruckes.

Dr. Bl.

## Verschiedenes.

Vom 21. bis 26. September veranstaltet der Verein Deutscher Ingenieure in Düsseldorf-Köln eine Güterumschlag-Verkehrswoche.

Die Güterumschlag-Verkehrswoche soll der wissenschaftlichen Erörterung und der Darstellung der wichtigen Probleme des neuzeitlichen Güterumschlagverkehrs, seines neuesten Standes und seiner Weiterentwicklung unter besonderer Hervorhebung der Wirtschaftlichkeit dienen. Der Plan, sie zu veranstalten, ging aus der Eisenbahntechnischen Tagung hervor, die vom Verein Deutscher Ingenieure in enger Verbindung mit der Deutschen Reichsbahn durchgeführt wurde und im Herbst des vergangenen Jahres 5000 führende Fachmänner aus aller Welt in Berlin vereinigte.

Die Veranstaltung findet in den beteiligten Kreisen der Eisenbahn, der Schiffahrt, der Strafsen- und Kleinbahnen, des Kraftverkehrs, der Luftfahrt, der Industrie und des Handels, sowie der Spedition aufsergewöhnliches Interesse. Alle diese Kreise haben klar erkannt, dafs die Erörterung der zusammengestellten Berichte führender Fachmänner des Inlandes und Auslandes von höchster Bedeutung für die mafsgebenden Persönlichkeiten aus dem Verkehrswesen, aus Handel und Industrie und aus der staatlichen und kommunalen Verwaltung selbst sind. Diese Behandlung der wichtigen Fragen des neuzeitlichen Güterumschlages bietet aufserdem aber auch für den bereits im Berufsleben stehenden Nachwuchs aller der genannten Kreise eine hervorragende Gelegenheit, die vorliegenden Probleme und ihre Lösungen kennen zu lernen, die zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit im Güterumschlag nutzbar gemacht werden sollen.

Die Tagung ist ausschliefslich der nutzbringenden Erörterung der die Fachwelt und die Wirtschaft bewegenden Fragen gewidmet; sie umfafst Berichte und Besichtigungen wichtiger technischer Betriebe; gesellige Veranstaltungen hingegen treten durchaus zurück und sind im Tagungsprogramm nicht vorgesehen. Unter den Berichten seien als für den Eisenbahnfachmann von besonderem Interesse hervorgehoben: Klingenberg, Problem des Güterumschlagverkehrs; Helm, Technische und wirtschaftliche Fragen des Umschlagverkehrs; Weirauch, Organisation und Wirtschaftlichkeit des Eisenbahnstückgutverkehrs; Schwab, Zusammenarbeit der Eisenbahn mit den Strafsen- und Kleinbahnen; Teubner, der Eisenbahnkraftwagenverkehr; Poelmann, Vorzüge und Nachteile der Bahnspedition sowie Wege zu ihrer Verbilligung; Rath, die Anforderungen des Massengüterverkehrs an die Eisenbahn; Simon-Utrecht, Zweckmäfsigste Ausrüstung der Güterverkehrsmittel der Eisenbahn; Bäseler, Schnellgüterverkehr.

Ein voller Tag, Mittwoch, 23. September, ist der Besichtigung des Duisburg-Ruhrorter Hafens vorbehalten, die so durchgeführt wird, dafs die Teilnehmer der Tagung einen ausgezeichneten Einblick in Anlage und Betrieb dieses gröfsten Binnenhafens erhalten. Dienstag, 22. September, nachmittags, finden Besichtigungen des Kohlenumschlags im Hafen Wanne, der Zeche Rheinpreufsen und der Hochofenanlage Rheinhausen mit Vorführung eines Grofs-Güterwagenzuges sowie einiger der bedeutendsten industriellen Betriebe Düsseldorfs statt. Am Sonnabend, 26. September, nachmittags, ist nach Schlufs der Tagung eine besondere Führung durch die Kölner Baufachmesse vorgesehen. Es werden täglich technische Filme vorgeführt, die knapp zusammengefafste Ausschnitte aus der neuzeitlichen Technik des Güterumschlages zeigen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

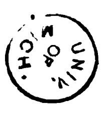
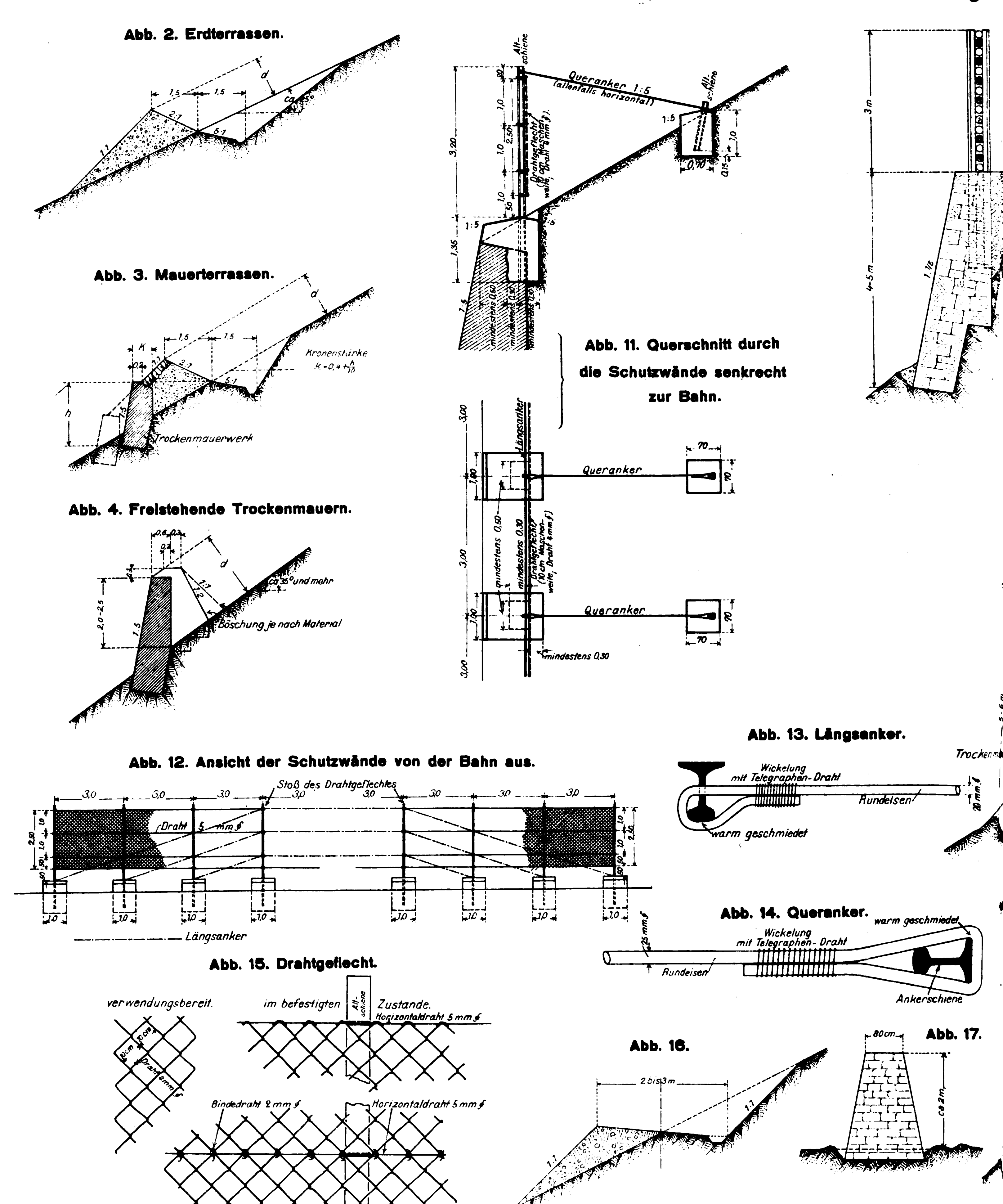


**Abb. 1 bis 18 zum Aufsatz: Sicherung de**




Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

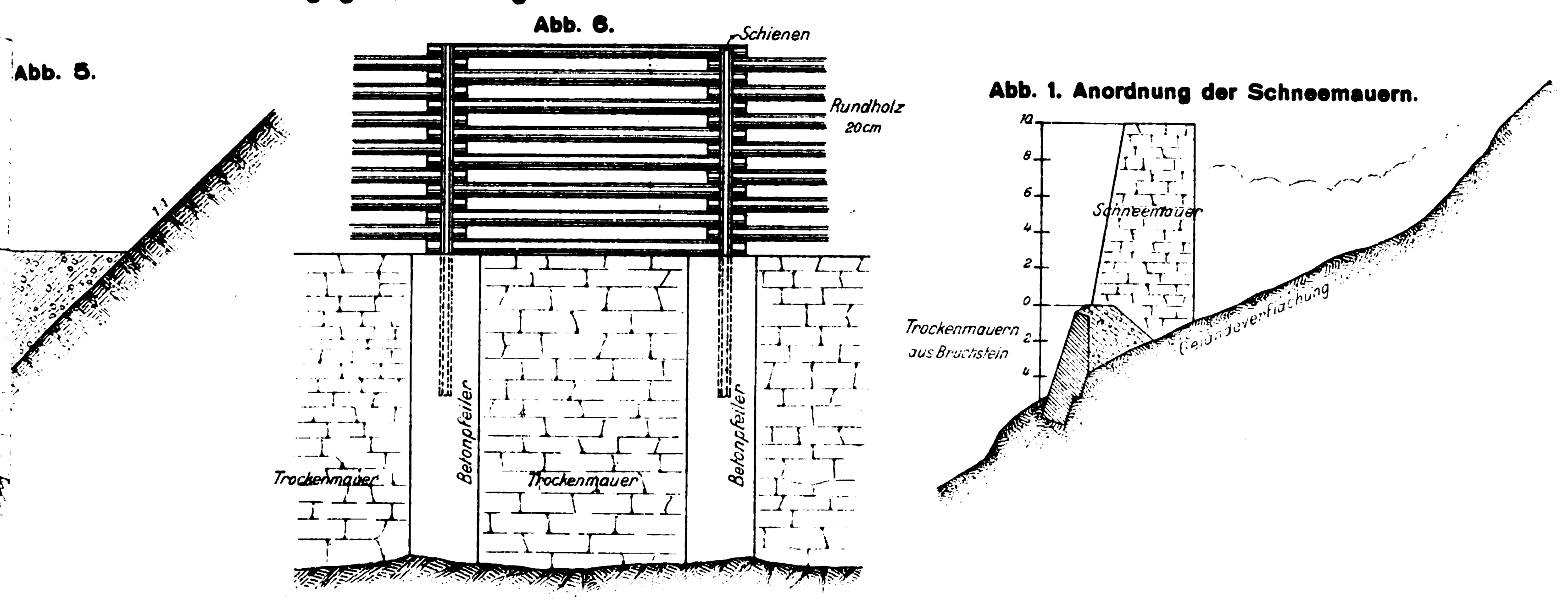



Abb. 5 und 6. Vorbauung in sehr steilen Felspartien.

Abb. 8. Gewölbte Schutzgalerie im Simastobel.

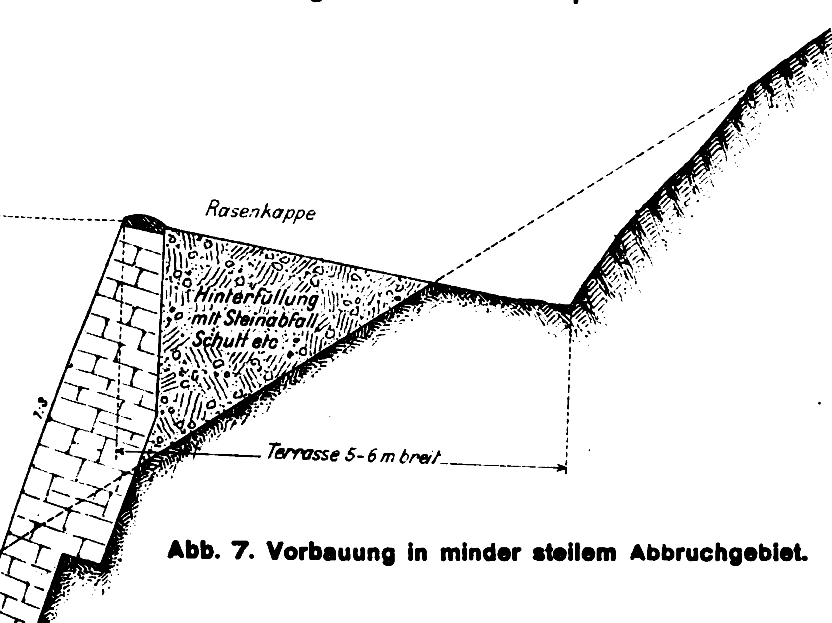



Abb. 7. Vorbauung in minder steilem Abbruchgebiet.

Terrain vor dem Bau der Arlbergbahn

Trageisen ϕ 30 mm, in Entfernung von 33⅓ cm
Verteilungseisen ϕ 14 mm
Bügeleisen ϕ 10 mm
L-Lichtöffnungen, 0,4 m breit in Entfernungen von 5 m.

Abb. 16 bis 18. Wächtenmauer-Vorbauungen bei Böckstein.

Abb. 18.

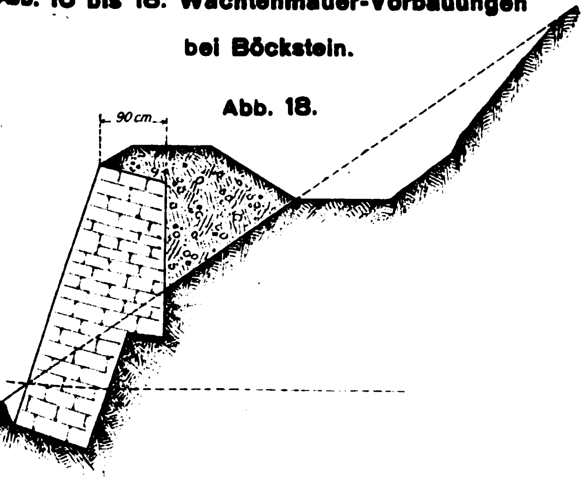
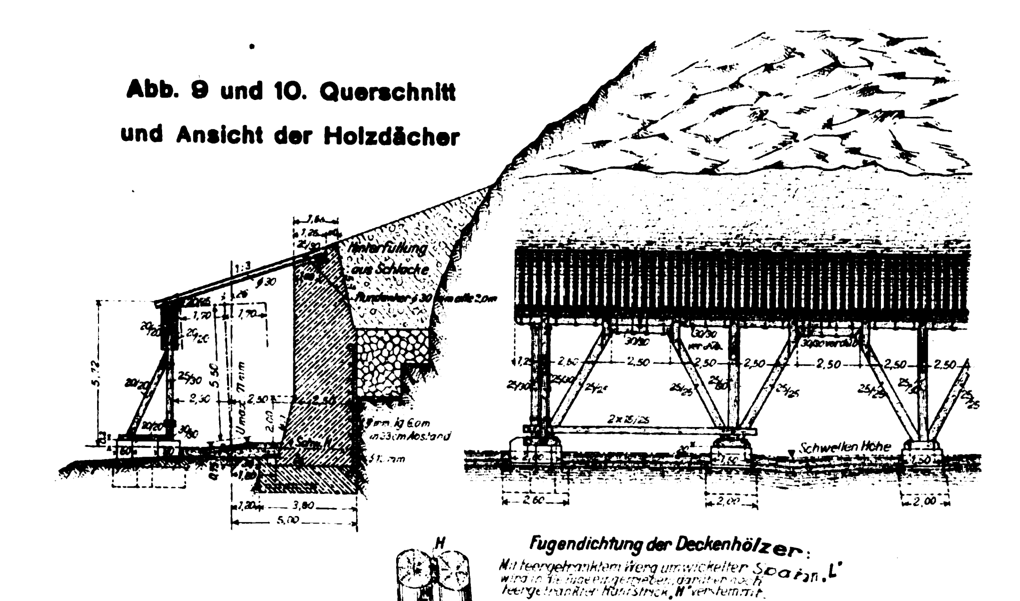



Abb. 9 und 10. Querschnitt und Ansicht der Holzdächer




Fugendichtung der Deckenhölzer:

C.W. Kreidel's Verlag. München.





# C1-h2 Tenderlokomotive mit Torffeuerung

Abb. 1. Seitenansicht der Lokomotive.

EDEWECHT

650 20 1500 2200 1450 1750 1175 850 20

3200

8965

Abb. 5.

Schnitt A-B. Schnitt C-D.

Abdampfvorwärmer

Abb. 4. Schnitt durch Rauchkammer und Funkenfänger.

Abgasvorwärmer

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.

## ...der Kleinbahn Zwischenahn - Edewechterdamm.

Abb. 2. Querschnitte.

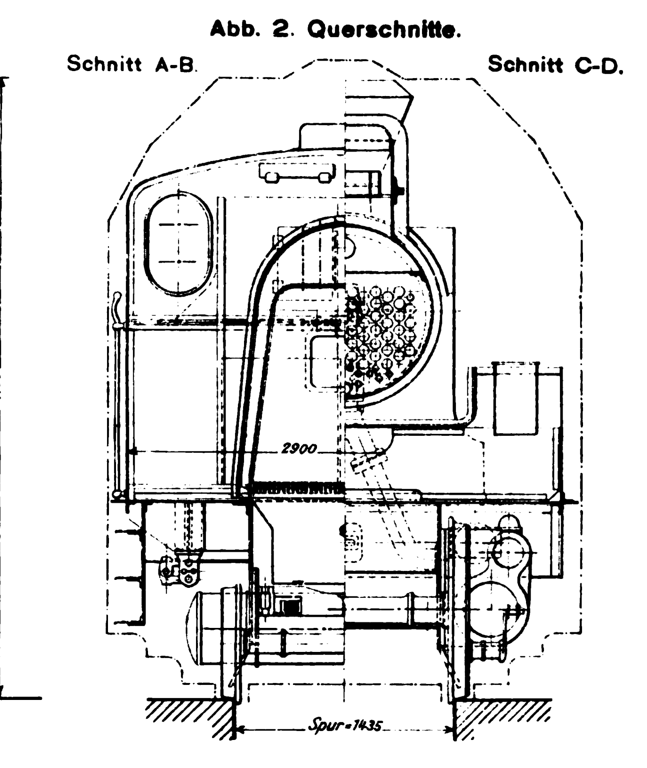
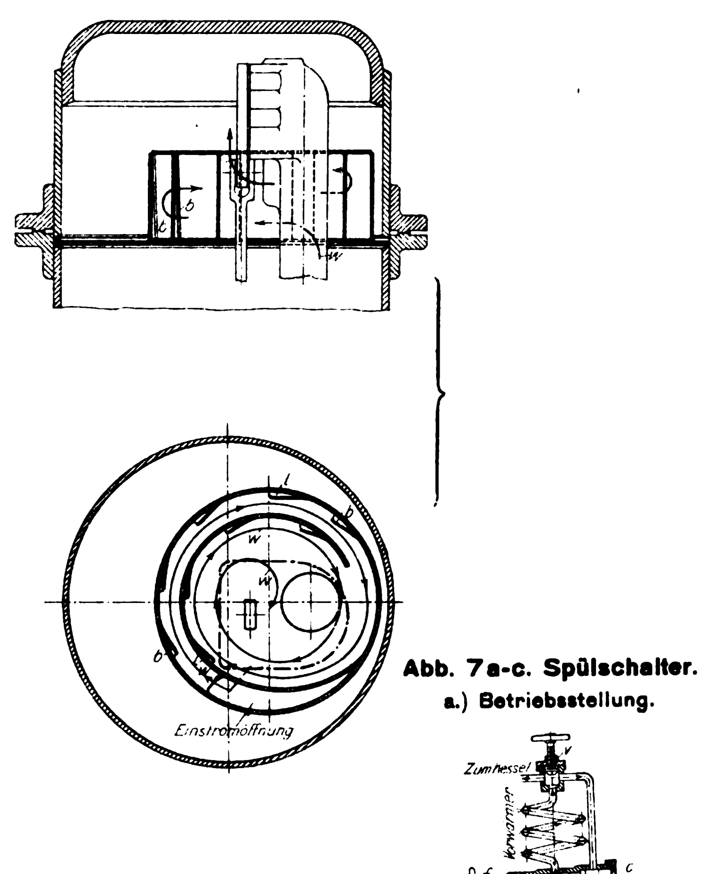



Abb. 3. Wasserabscheider im Dampfdom.




### Hauptabmessungen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Zylinder ⌀ D | 380 mm | Rostfläche | 2,0 m² |
| Hub s | 600 " | Heizfläche des Kessels | 58,38 " |
| Treibrad ⌀ D | 1200 " | " " Überhitzers | 26 " |
| Laufrad ⌀ | 750 " | Wasservorrat | 4,5 m³ |
| Radstand fest | 3200 " | Brennstoffvorrat | 4,2 " |
| Radstand ganz | 5400 " | Leergewicht | 34,5 t |
| Kesseldruck p | 13 atü | Dienstgewicht | 42,6 " |
| Zugkraft $0{,}6 p \frac{d^2 s}{D}$ = | 5700 kg | Reibungsgewicht | 33,6 " |
| Höchstgeschwindigkeit | 45 km/St | Vorwärmerheizflächen | 5+10,5 m² |

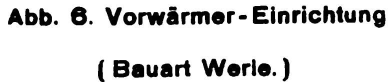


Abb. 6. Vorwärmer-Einrichtung

(Bauart Werle.)

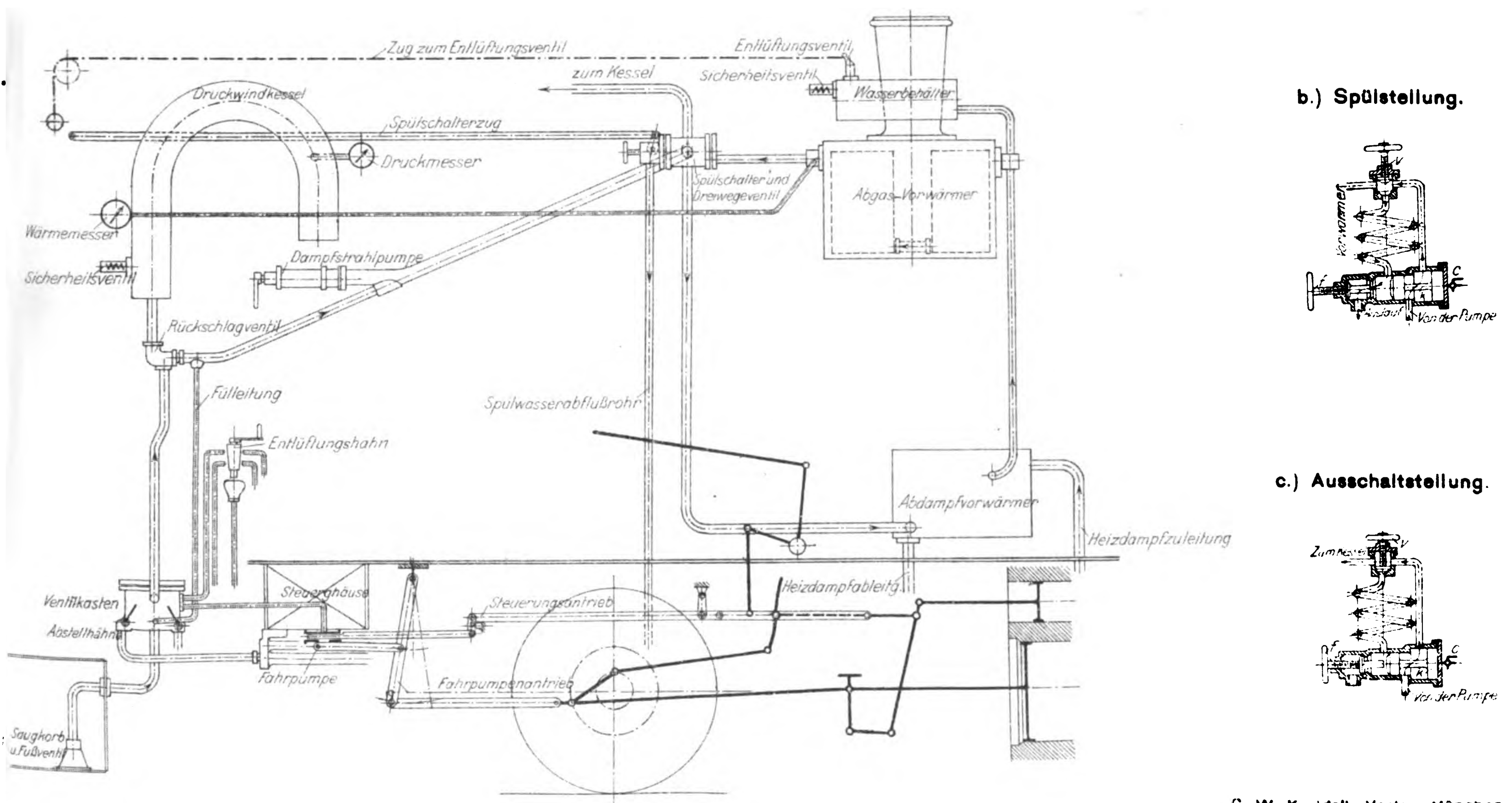



Abb. 7a-c. Spülschalter.

a.) Betriebsstellung.

Zum Kessel
Vorwärmer
Von der Pumpe

b.) Spülstellung.

Vorwärmer
Von der Pumpe

c.) Ausschaltstellung.

Zum Kessel
Von der Pumpe

C. W. Kreidel's Verlag, München



# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

**Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen**

**Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

**80. Jahrgang** | **30. September 1925** | **Heft 18**

*Mit zu den in der Gegenwart am meisten erörterten Problemen des Eisenbahnwesens gehört das Werkstättenwesen. Insbesondere ist es die Deutsche Reichsbahn, die den hier zu lösenden Aufgaben ihr besonderes Augenmerk zuwendet. Die Bestrebungen auf diesem Gebiet in Beiträgen aus den verschiedenen Zweigen unseren Lesern vorzuführen ist der Zweck unseres Fachheftes*

# Eisenbahnwerkstätten.

*Des grofsen Stoffumfanges wegen erscheint es in 2 Teilen; der zweite Teil wird in Kürze folgen.*
*Den Inhalt kennzeichnet am besten nachfolgende, von berufener Seite uns zugegangene*

## *Einführung.*

*Mit der Vergrößerung und Steigerung der Leistungsfähigkeit der Fahrzeuge der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, mit der zunehmenden Vielteiligkeit der Ausrüstung der Lokomotiven und Wagen und mit den wachsenden Ansprüchen des Verkehrs und Betriebes mußten nicht allein die Unterhaltungswerkstätten ergänzt und in ihren maschinellen Einrichtungen verbessert werden, sondern es wurden neue Werkstätten an Stelle veralteter und nicht mehr ausbaufähiger Anlagen erforderlich, die eine wirtschaftliche Unterhaltung und Ausbesserung gewährleisten konnten.*

*Es zeigte sich aber schon bald, daß die Vorhaltung gut angelegter und ausgerüsteter Werkstätten allein nicht den Bedürfnissen genügte. Die Ausbesserungszeiten der größeren Fahrzeuge nahmen erheblich zu. Sie hatten eine Steigerung des Gesamt-Fahrzeugbestandes, eine Erhöhung der Zahl der Ausbesserungsstände und damit eine wesentliche Steigerung der Anlagewerte zur Folge. Es mußten Wege gefunden werden, um die bisher nach handwerksmäßigen Grundsätzen durchgeführten Ausbesserungen weitestgehend zu mechanisieren. Wenn auch in den Werkstätten der Deutschen Reichsbahn schon vor dem Kriege eine wirtschaftliche Betriebsführung und damit eine Verbesserung der wirtschaftlichen Fertigung angestrebt wurde, so lagen ebensowenig wie in der deutschen Industrie zwingende Gründe vor, diese Arbeiten zu beschleunigen. Die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie war infolge der geringen Herstellungskosten aller Fabrikate sehr groß; die Ausbesserungs- und Unterhaltungskosten der Eisenbahnfahrzeuge waren bei den niedrigen Löhnen und Materialpreisen nur gering und spielten in dem Gesamthaushalt eine nachgeordnete Rolle. Das heutige Wirtschaftsleben verlangt aber in allen Betrieben eine sehr sorgfältige Vorbereitung, eine wirtschaftliche Ausführung und eine genaue Nachprüfung aller Arbeiten, eine Einschränkung der teuren Handarbeit und eine Eingliederung des Arbeiters in den Arbeitsgang, daß er das Höchste leisten kann, was in seinem Bereiche liegt. Der Arbeiter soll nicht mehr das ganze Werkstück ersinnen und nach seiner Überlegung und seinem Geschmack formen; er soll aber dem vorgeschriebenen Arbeitsverfahren seine ganze Aufmerksamkeit zuwenden. Der Denkvorgang des Arbeiters muß auf das Arbeitsverfahren und nicht auf das Arbeitsstück gerichtet sein, denn nur dem denkenden Arbeiter ist es möglich, für seine Arbeit Erleichterungen und Verbesserungen zu ersinnen, die ihm und dem Werk zugute kommen.*

*Die Durchforschung der Werkarbeit in den Betrieben der Deutschen Reichsbahn wird nach diesen Grundsätzen unter Beachtung und Ausnutzung aller Fortschritte der neuzeitlichen Betriebswissenschaft weitergeführt. Die Aufsätze in diesem Heft können als Wegweiser angesehen werden, sie erleichtern die Behandlung vieler schwieriger Aufgaben und Arbeitsvorgänge und werden dazu beitragen, den gewollten Zielen zum Besten der Deutschen Reichsbahn und der deutschen Volkswirtschaft näher zu kommen.*

***Reichsbahndirektor Kühne.***

## Die technischen Grundlagen und Einrichtungen des Lokomotivausbesserungswerkes im Eisenbahnwerk Brandenburg-West.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. **Neesen**, Kirchmöser a. d. Havel.

Es wird beschrieben: Die allgemeine Lage des Werkes, die Vorbedingungen für den Werkstattbau, das Zerlegungsverfahren, die Art der Arbeitsausführung, die Leistungsfähigkeit des Werkes, die Gröfsenverhältnisse, die Werkstattsform, der Gang der Lokomotive durch die Werkstatt, die Ausrüstung der einzelnen Werkstätten, die Kraftversorgung, das Förderwesen, das Fristenwesen, die Zeiten der Bauausführung und der Inbetriebnahme, die erreichte Ausbesserungszeit einer P 8 sowie die Zusammensetzung der Belegschaft.

An der Eisenbahnstrecke Berlin—Magdeburg, dicht hinter Brandenburg, erhebt sich weithin über das flache Land sichtbar, das auf einer Halbinsel gelegene, vom Plauer-See und von der Havel umgebene Eisenbahnwerk Brandenburg-West. Äufserlich trägt es wenig das Aussehen eines Eisenbahnwerkes, da es während des Krieges als Pulverfabrik gebaut wurde und aus sehr vielen, über ein grofses Gelände verstreut gelegenen Gebäuden besteht. Innerlich sind alle Reste der Pulver- und Zünderfertigung verschwunden und an ihre Stelle treten nunmehr dem Eisenbahnbetrieb dienende Werkstattseinrichtungen. Um Übersicht und Aufsicht zu erleichtern und grofse Förderwege zu vermeiden, ist das Werk in einzelne, von einander unabhängige, örtlich zusammenliegende Bezirke eingeteilt. Diese umfassen ein grofses Sammellager, Sonderwerkstätten, Versuchsanstalten, Kraftwerksanlage, eine Eisenbahnzentralschule und ein Lokomotivausbesserungswerk (Abb. 1). Für dieses, das hier näher behandelt werden soll, wurde das gröfste zusammenhängende Gebäude, das ehemalige Feuerwerkslaboratorium, das aus drei Flügeln und einem Quergebäude, sowie einem Lagergebäude bestand, vorgesehen. Der anfängliche

Plan bestand darin, die von den drei Hallen gebildeten zwei Zwischenhöfe zu überdachen und den dadurch gewonnenen Werkstattsraum als Richthalle zu benutzen. Bei der näheren Bearbeitung der Entwürfe zeigte sich sehr bald, dafs von den bestehenden Gebäuden nicht viel verwendet werden konnte und ein grofser Teil abgerissen werden mufste. Immerhin aber konnte doch ein sehr grofser Nutzen aus dem bestehenden Kraftwerk, dem Lager, den Gleisanlagen und dem gewonnenen Material gezogen werden.

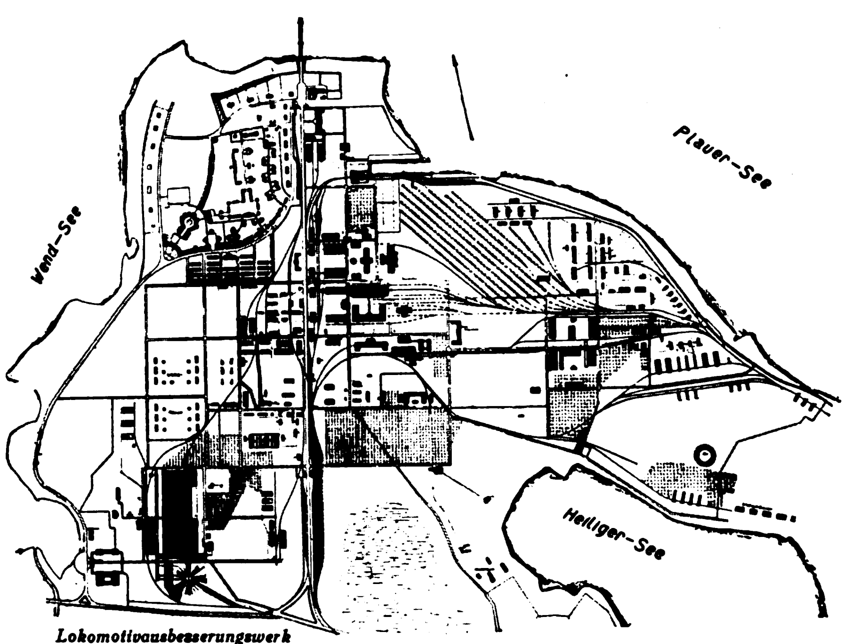



Abb. 1. Lageplan des Eisenbahnwerkes Brandenburg-West.

Bei der Aufstellung der Entwürfe war die Aufgabe gestellt worden, ein Arbeitsverfahren auszuarbeiten, das, fufsend auf den Grundsätzen der neuzeitlichen Fertigung, insbesondere eine weitgehende Unterteilung der Arbeitsvorgänge und damit eine Sonderung der Arbeiter und der Arbeitsausführungen, ferner ein Fliefsen aller Arbeitsstücke den Arbeitern und Maschinen entgegen, sowie eine Trennung von reiner und unreiner Arbeit gewährleisten sollte.

Zur Erfüllung dieser Bedingungen wurde ein völlig neuartiges Arbeitsverfahren gewählt. Im Gegensatz zu den bisher allgemeinen üblichen Ausbesserungsverfahren für Lokomotiven, bei dem dieselben auf einem Stand verbleiben, wandert hier die Lokomotive während der Ausbesserung über die Zerlegungs-, Rahmen- und Zusammenbaustände, ohne dass sich die betreffenden Arbeitergruppen von ihren festen Arbeitsplätzen zu entfernen brauchen.

Auch die Bearbeitung der Einzelteile unterscheidet sich von den bisher üblichen Verfahren, denn sie erfolgt in fertigungsweise getrennten Unterwerkstätten, die mit Maschinen und Einrichtungen so vollständig ausgerüstet sind, dafs in ihnen die Teile, ohne in eine besondere Dreherei wandern zu müssen, anbaufertig hergerichtet werden können. In den Unterwerkstätten selbst ist die Aufstellung der Werkzeugmaschinen und Einrichtungen derart erfolgt, dafs die Werkstücke dem weitgehendst unterteilten Arbeitsgang gemäfs von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz fortschreitend die Werkstätten durchwandern. Die fertiggestellten Einzelstücke gehen dann auf terminmäfsigen Abruf auf vorgeschriebonen immer gleichen Transportwegen an drei verschiedene Zusammenbaustände über die die Lokomotive unter Vervollständigung ihres Zusammenbaues auf eigenen Achsen rollt.

Eine besondere mit hochleistungsfähigen Werkzeugmaschinen ausgerüstete und auf Massenanfertigung eingestellte Vorratsstückwerkstatt dient zur Herstellung aller neuzufertigenden Vorratsstücke. In ihr stehen die Maschinen im Gegensatz zu den übrigen Unterwerkstätten, in denen dieselben dem Arbeitsgang entsprechend aufgestellt sind, maschinengattungsweise.

Neuanfertigung und Ausbesserungsarbeit ist also innerhalb des Werkes scharf getrennt, sodafs den vollständig verschiedenen betrieblichen Grundlagen beider Fertigungsarten im Bau und Betrieb des Werkes voll Rechnung getragen werden kann.

Das Arbeitsverfahren wurde durch eingehende Forschungen, durch gründlichste Arbeitsvorbereitung und Aufstellung eingehender Arbeitsdiagramme für alle Teile der Lokomotiven vor dem Bau der Werkstatt durchgearbeitet, sodafs das Arbeitsverfahren und die Werkstattsentwürfe in vollen Einklang gebracht werden konnten. Die Vorteile, die man aus dem Verfahren zu erzielen hoffte, haben sich nunmehr bereits in der Tat auch voll und ganz gezeigt.

Dem Werkstattneubau war ursprünglich die Annahme zugrunde gelegt, dafs nur innere Untersuchungen vorgenommen werden sollten, um die Zahl der verschiedenen Fertigungsgänge und Arbeitsausführungen zu vermindern. Alle übrigen Ausbesserungsarbeiten sollten in einem der Werke, die in dem Arbeitsbezirk der Lokomotive liegen, ausgeführt werden. Von der Ausführung dieses Planes wurde abgewichen, da insbesondere vor Durchführung der Normung die Verteilung der Ausbesserungen auf verschiedene Werke nachteilig war, auch hätten, wenn man sich nur auf innere Untersuchungen beschränkt hätte, die Lokomotiven aus einem sehr grofsen Bezirk genommen werden müssen, so dafs lange Wege zu den Ausbesserungswerken unvermeidlich gewesen wären. Dazu kam, dafs sich während des Werkstattbaues die grundlegenden Gesichtspunkte über die Ausbesserungsarten dadurch änderten, dafs durch den Austauschbau der Kessel und Tender eine scharfe Trennung zwischen der Lokomotiv-Maschine, dem Lokomotiv-Kessel und dem -Tender gezogen und daher auch eine verschiedene Unterhaltungsart dieser drei Teile in Aussicht genommen werden konnte. Für das Arbeitsverfahren wurde angenommen, dafs eine in die Werkstatt kommende Lokomotive so viel geleistet hat und daher so stark abgenutzt ist, dafs ihre vollständige Auseinandernahme und Ausbesserung von Grund auf wirtschaftlich ist, wohingegen bei den Kesseln die amtlichen terminmäfsigen inneren und äufseren Untersuchungen mafsgebend bleiben. Bei den Zwischenausbesserungen ist angenommen, dafs sie im allgemeinen eine Ausnahme bilden und sich lediglich auf ein Nachdrehen oder Auswechseln der Achsen und Instandsetzen der Kolben und Schieber beschränken. Die Zwischenausbesserungen sind daher nicht bestimmend für den Arbeitsgang des ganzen Werkes; sie können in der Kleinausbesserungswerkstatt mit ausgeführt werden. Zur Erreichung dieses Zustandes ist es natürlich erforderlich, dafs die Maschine in allen ihren Teilen aufs gründlichste und genaueste bearbeitet wird und in einem Gütezustand die Werkstatt verläfst, der dem einer neuen Maschine annähernd gleichkommt. Unter diesen Gesichtspunkten brauchte daher die Form des Untersuchungswerkes keine bemerkenswerte Änderung zu erfahren. Das Werk konnte nach wie vor, wenigstens in bezug auf die Lokomotiv-Maschine und den Lokomotiv-Tender im wesentlichen auf nur einen Arbeitsgang eingestellt werden.

Die Vereinheitlichung der Arbeitsgänge trägt dazu bei die Ausbesserungszeiten, welche für die Werkstattsform be-

stimmend sind, zu verringern. Anfangs waren für die innerere Untersuchung 37 Tage auf Grund theoretischer Ermittlungen und sehr erheblicher Zuschläge vorgesehen*). Diese erheblichen Zuschläge waren gemacht worden, weil noch vor drei Jahren eine Ausbesserungszeit von 37 Tagen von vielen Fachleuten sehr angezweifelt wurde. Inzwischen haben sich aber die theoretisch ermittelten Zeiten als richtig erwiesen und das Werk wurde noch während des Baues auf ein auf 20 Tage aufgebautes Arbeitsdiagramm (siehe Abb. 2) eingestellt, wodurch sich das Gröfsenverhältnis der mechanischen Werkstätten zu den Richthallen gegenüber den ersten Entwürfen noch erhöhte. Von wesentlichem Einflufs auf den Werkstattbau ist weiterhin die Frage des Austauschbaues. Es ist das Ergebnis einer genauen Untersuchung, auch läfst es die praktische Erfahrung bereits erkennen, dafs bis zu einer 16tägigen Gesamtausbesserungszeit der Austauschbau an Stelle unmittelbarer Wiederverwendung der Lokomotiven, die danach zugeteilt werden können, hängt von dem Ausnutzungsgrad derselben im Betriebe, sowie von der kilometrischen Leistung zwischen zwei Ausbesserungen ab.

Das Werk besteht, wie aus Abb. 3 ersichtlich, aus einer grofsen, 310 m langen und 120 m breiten Halle, die in fünf Schiffe, von denen zwei je 30 m und drei je 20 m breit sind, eingeteilt ist, ferner aus einer Kleinausbesserungswerkstatt, zwei Lagergebäuden, einem kleinen Umformergebäude, sowie einer Azetylengasanlage. Das Werk steht auf einem grofsen, freien Gelände, trotzdem ist grofser Wert auf ein enges Zusammenbauen und beste Platzausnutzung gelegt worden, um an Bau- und Unterhaltungskosten zu sparen und das Förderwesen und die Übersicht zu erleichtern. Das Drehscheiben- und Schiebebühnengelände nimmt 24000 qm in Anspruch, so dafs für das in Anspruch genommene Gelände sich ein Verhältnis von bebauter Fläche zu unbebauter wie 2,3 : 1 ergibt. In der

Gesamtarbeitsdiagramm des Lokomotivausbesserungswerkes im Eisenbahnwerk Brandenburg-West bezogen auf eine Leistung von einer Lokomotive täglich. (Dargestellt ist nur ein Teil des Gesamtarbeitsdiagrammes).

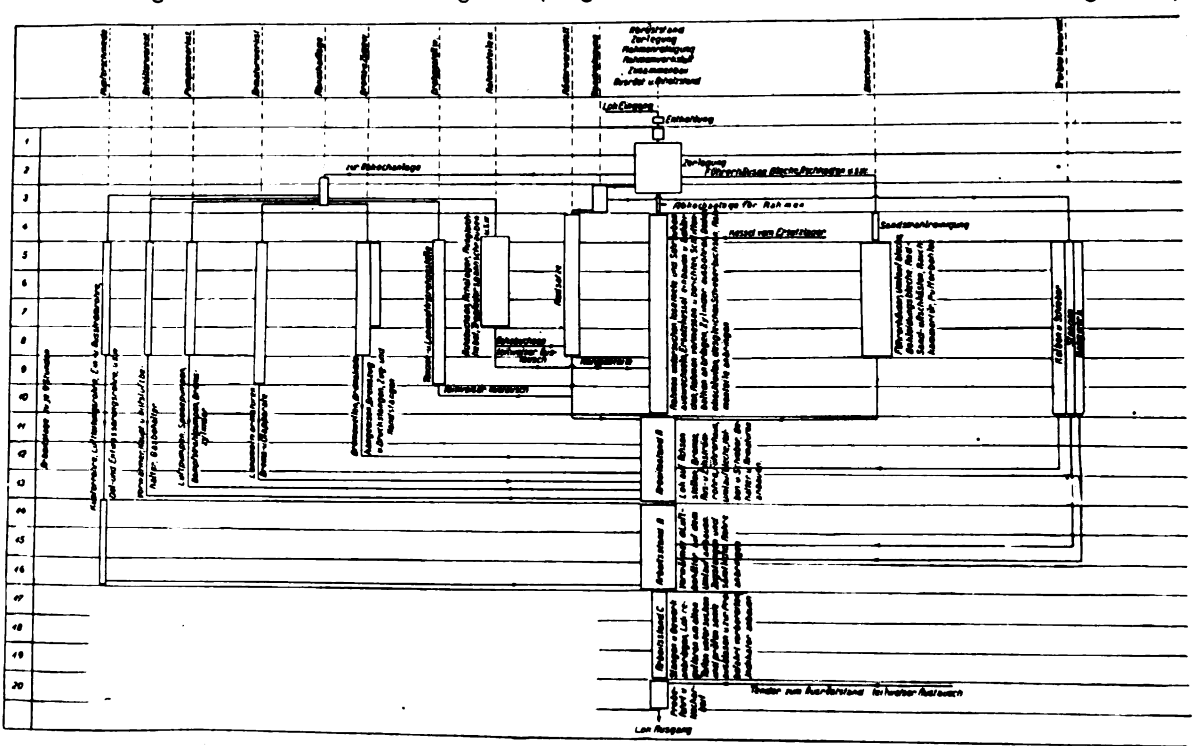


Abb. 2. Das Gesamtarbeitsdiagramm.

der abgebauten Einzelteile an derselben Lokomotive mit Ausnahme des Kessels und der Achsen den Durchgang der Lokomotive durch das Werk nicht beschleunigt, da es möglich ist, während der Zeit vom Abbau bis zum Anbau die Einzelteile anbaufertig wieder herzustellen. Es ist daher das Schwergewicht beim Bau und bei der Inbetriebnahme weniger auf den Gesamtaustauschbau, als auf die Normung, pafsgerechte und genaue Herstellung sowie auf den Austauschbau neu zu ersetzender Teile gelegt worden.

Als Leistungsfähigkeit des Werkes ist ein Ausgang von 2 bis 2,5 grofsen Lokomotiven mit vollständiger Untersuchung der Maschine und terminmäfsiger Untersuchung des Kessels und etwa einer Lokomotive mit Zwischenausbesserung täglich bei einer Kopfstärke von etwa 2400 Mann angenommen. Die Anzahl

*) Vergleiche Aufsatz des Verfassers in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrg. 1922, Bd. 66, Heft 38, S. 910/915 „Die Grundlagen des Arbeitsdiagrammes eines Lokomotivuntersuchungswerkes“.

Werkstatt sind dem Arbeitsverfahren gemäfs einheitliche Lokomotivstände nicht mehr vorgesehen. Arbeitsgruben befinden sich nur in der Zerlegung und im Zusammenbau, dagegen nicht im Rahmenbau, wodurch erheblich an Raum- und Werkstattkosten gespart wird. Die Überlegenheit der Längsanordnung über die Queranordnung, die schon bei dem bisherigen Arbeitsverfahren vorhanden sein dürfte, steht bei dem neuen Verfahren aufser Zweifel, da durch das Wandern der Lokomotiven und das stets an gleichen Stellen erfolgende Ab- und Anbauen eine Verschiedenartigkeit der Beförderungswege nicht besteht und somit der Vorteil der Querstände, der vorwiegend in der besseren Zugänglichkeit der einzelnen Stände liegt, hier nur eine untergeordnete Rolle spielt. Die Raumausnutzung der an sich sehr wertvollen Hallen, sowie die Ausnutzung der schweren Krane ist bei den Querständen eine sehr schlechte, dagegen bei den Längsständen, insbesondere bei der vorliegenden Werkstattform, bei der Arbeitsgruben nur an den notwendigsten Stellen vorgesehen sind, zur Zeit wohl die beste.

Die Werkstatt weist auch insofern eine neue Form auf, als sie aus nur einem grofsen Hallenbau besteht, in dessen Kopfbau auch die Verwaltung untergebracht ist. Abgetrennt ist lediglich das Lagergebäude mit der Werkzeugmacherei und die Kleinausbesserungswerkstatt mit dem Lokomotivschuppen. Die dadurch erzielten Vorteile sind ein verhältnismäfsig billiger Werkstattbau, leichte Verlegungsmöglichkeit und Übersicht aller Leitungen, die leichte Übersichtlichkeit des Betriebes und erhebliche Vereinfachung aller Transporte und Wege, ferner die wegen der kleineren äufseren Oberflächenabkühlung geringeren Heizungskosten und die niedrigen Unterhaltungskosten der Gesamtanlage. Als Nachteil dürfte zur Zeit noch der von der Kesselschmiede ausgehende Lärm anzusehen sein, jedoch wird dieser vollständig beseitigt werden, sobald einerseits die zur Zeit noch nicht hochgezogenen T[illegible] fertiggestellt, andererseits die Fertigungsarten in der [illegible] sind, dafs in der Kesselschmiede selbst der [illegible] vermindert wird. Durch die [illegible] ist es gelungen, der Lokomotive den kürzest möglichen Weg durch die Werkstatt zu geben. Durch eingehende Vorausbestimmung aller Transporte und der danach bestimmten Lage der Unterwerkstätten ist es im allgemeinen erreicht, dafs auch die Einzelteile die kürzest möglichen, und stets voranschreitenden Wege gehen.

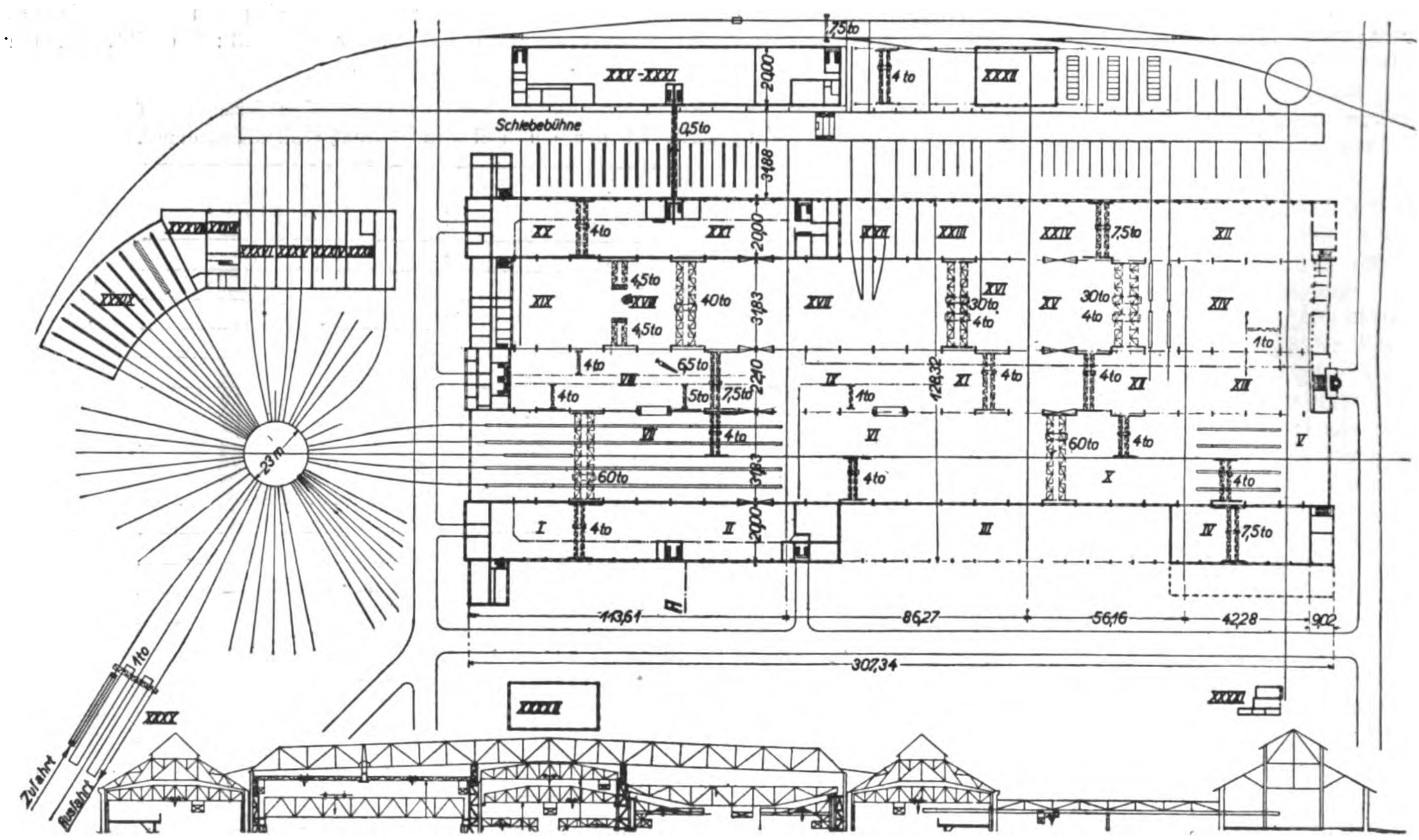



Abb. 3. Grundrifs und Querschnitt des Lokomotivausbesserungswerkes im Eisenbahnwerk Brandenburg-West. I. Treibteilewerkstatt. II. Pumpen- und Armaturenwerkstatt. III. Frei für Erweiterung. IV. Abkocherei. V. Zerlegung. VI. Rahmenwerkstatt. VII. Zusammenbau. VIII. Räderwerkstatt. IX. Rahmenteilwerkstatt. X. Rahmenreinigung. XI. Brems- und Zügewerkstatt. XII. Blech- und Behälterwerkstatt. XIII. Kupferschmiede. XIV. Schmiede. XV. Tenderwerkstatt. XVI. Kesselzerlegung. XVII. Kesselbohrstände. XVIII. Kesselrichtstände. XIX. Kesselprüfstände. XX. Ersatzteilewerkstatt. XXI. Kesselteilewerkstatt. XXII. Sandstrahlreinigung. XXIII. Überhitzerwerkstatt. XXIV. Rohrwerkstatt. XXV—XXXI. Stofflager, Ersatzteillager, Werkzeugmacherei, Zentralgeräteverwaltung. XXXII. Eisenlager. XXXIII. Wärmespeicheranlage. XXXIV. Kessel-Dampfdruckprobe. XXXV. Abrüststand. XXXVI. Anheizstand. XXXVII. Gerätelager. XXXVIII. und XXXIX. Nachreparaturwerkstatt. XXXX. Be- und Entkohlung.

Die vom Bahnhof Kirchmöser hereinkommende Lokomotive wird an der Kohlungsanlage entkohlt und von Schlacke und Lösche gereinigt. Die Anlage besteht aus drei Gleisen, einem Zu- und Ausfahrtskohlengleis, zwischen denen zwei Kohlenbansen liegen, einer Arbeitsgrube, einem Wasserkran, sowie einem Greiferkran, der die Förderung der Kohle, Schlacke und Lösche besorgt. Die Lokomotive kommt dann über die Drehscheibe (siehe Abb. 4) auf den Abrüststand, auf dem der Tender von der Lokomotive getrennt wird, die Armaturen abgebaut und die Ölgefäfse entleert werden; ferner erfolgt auf demselben auch eine oberflächliche Reinigung mittels warmen Druckwassers. Zu dem Zweck sind zwei Gleise mit Arbeitsgrube vorhanden, der Fufsboden ist um 70 cm tiefer gelegt, damit die Maschine gut zugänglich ist. Zu beiden Seiten der Gleise laufen Arbeitsbühnen, um auch von oben die Lokomotiven leicht abspritzen zu können. Eine besondere Anlage mit Vakuumkessel saugt das Öl aus den Schmiergefäfsen heraus. Das Warmwasser wird aus einer besonderen Wärmespeicheranlage gewonnen. Die Lokomotive wird dann über die Drehscheibe an das entgegengesetzte Ende der grofsen Halle zu dem Zerlegungsstand befördert und dort mittels eines Kranes auf einen der vier mit einer Arbeitsgrube versehenen Zerlegungsstände gebracht (siehe Abb. 5). Späterhin werden die Zerlegungsstände durch eine Weichenanlage ohne Kranbenutzung zugänglich gemacht werden. Der Tender wird mittels der Schiebebühne von der Seite aus in die Tenderwerkstatt gefahren und dort ebenfalls auf einen Zerlegungsstand gebracht. Alle Einzelteile der Lokomotiven und der Tender gehen in die neben der Lokomotiv-Zerlegung liegende Abkocherei und werden dort in zwei grofsen Abkochaggregaten, die eine neue erstmalig von der Hanomag ausgeführte Bauart darstellen, abgekocht. Ein Abkochaggregat besteht aus einem hochliegenden, mit Öl gefeuerten 12 cbm fassenden Kochbottich. Von diesem läuft die Lauge mit natürlichem Gefälle in die beiden

eigentlichen Abkochbottiche und wird aus diesen mittels einer Pumpe, die eine Leistung von 1,2 cbm/Minute hat, wieder in den Kochbottich zurückgepumpt. Der Laugenumlauf kann so gesteuert werden, daſs die Lauge abwechselnd durch den einen oder den andern Abkochbottich läuft, wodurch ermöglicht wird, daſs ein Bottich ausgeschaltet werden kann und die Beschickung und Entleerung in einem laugenleeren Bottich erfolgt. Die Abkochbottiche sind doppelwandig, so daſs die Feuerungsabgase den Abkochbottich umspülen können. Sie gehen dann noch durch einen Wasservorwärmer, der das zum Abspritzen erforderliche Warmwasser erzeugt. Mit der Anlage wird einerseits eine gute wärmewirtschaftliche Ausnutzung und schnelle Reinigung, andererseits eine möglichst einfache und ungefährliche Bedienung erreicht. Die eigene Ölfeuerung der Kochbottiche wurde insbesondere deswegen gewählt, weil die Dampfzufuhr von dem 1,5 km entfernt liegenden Kesselhaus bis auf einige kalte Tage, an denen die Auſsentemperatur unter 6° Kälte sinkt und an denen Dampf für die Zusatzheizung erforderlich ist, abgesperrt bleibt (siehe Abb. 6). Auch der Rahmen selbst wird in einem groſsen, in der Richthalle liegenden Kochbottich mit eigener Ölfeuerung abgekocht. Nach Reinigung des Rahmens wird dieser in der Rahmenwerkstatt (siehe Abb. 7) weiter zerlegt und instandgesetzt. Das Vermessen des Rahmens und Ausbohren der Achslager erfolgt auf einer besonderen von der Maschinenfabrik Deutschland gelieferten Rahmenvermessungs-, Rahmenbackenschleif- und Achslagerausbohrmaschine. Auf dieser Maschine, die erst teilweise im Betriebe ist, werden die Zylinderachsen mittels einer von der Firma Zeiss gelieferten optischen Einrichtung, sowie durch den Rahmen tragende, leicht einstellbare Aufspannböcke auf das Werkzeugmaschinenbett ausgerichtet. Nachdem dies geschehen ist, wird mittels dreier schwerer Supporte, von denen der mittlere vier Schleifwalzen zum Schleifen der Achslagerführungen, die beiden äuſseren Bohr-, Fräs- und Schleifvorrichtungen zur Bearbeitung der Achslager, ferner der Stirnflächen, der Rahmenachslagerführungen, unter Umständen auch zur Bearbeitung der Gleitbahnen trägt, der Rahmen ohne Anwendung von Linealen und Winkeln auf das genaueste bearbeitet. Im Rahmenbau erfolgt auſserdem das Aufpassen der Ersatzkessel.

Der Zusammenbau besteht aus vier nebeneinanderliegenden mit Arbeitsgruben versehenen Arbeitsgleisen (siehe Abb. 8). Ein Fördergleis in der Mitte dient als Zuführungsgleis aller Einzelteile. Die Arbeitsgleise sind auf ihre Länge in die Zusammenbaustände A, B, C unterteilt. Innerhalb eines Standes befinden sich auf einem Arbeitsgleis immer zwei Lokomotiven im gleichen Arbeitszustand. Die Lokomotiven werden auf ihren eigenen Achsen mittels einer Spillanlage von Stand zu Stand vorgezogen. Würde man nicht je zwei Maschinen zusammenfassen, so müſste innerhalb des Zusammenbaues bei einer Aufstellungsmöglichkeit von sechs Maschinen hintereinander eine sechsmalige Unterteilung des Zusammenbaues erfolgen, was für die Fertigung wegen zu häufigen Standwechsels ungünstig ist. Auf dem Zusammenbaustand A werden die Rahmen auf die Achsen und der bereits eingepaſste Kessel in den Rahmen gesetzt, das Führerhaus aufgebaut und Ein- und Ausströmrohre angebracht. Auf dem Zusammenbaustand B werden Armaturen, Behälter und Rohre, auf dem Zusammenbaustand C Triebwerksteile und Steuerung angebaut. Auf letzterem Stand erfolgt weiterhin die Regulierung



Abb. 4.
Blick auf die Südfront und einen Teil der Kleinausbesserungswerkstatt.



Abb. 5. Zerlegungsstand.

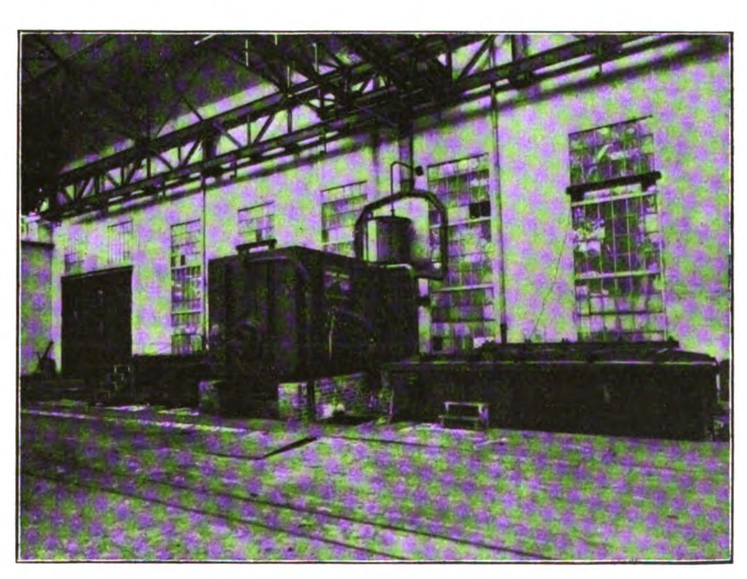


Abb. 6. Abkochanlage, unisoliert.

und Nachprüfung der Maschine. Die Lokomotive kommt dann auf den Anheizstand, wo der Tender angebaut wird und die Ausrüstung mit den Geräten und der Anbau der Indikatoren für die Probefahrt erfolgt. Zur Beseitigung der bei der Probefahrt auftretenden Schäden, sowie zum Nachwiegen der Lokomotiven und Einstellen der Federn dient die Nachausbesserungswerkstatt, die aus einem Rundschuppen mit sieben Arbeitsgleisen besteht, von denen eines eine Lokomotiv-Wage, ein anderes eine Achssenke hat. Auf diesen Arbeitsständen, deren Zahl voraussichtlich noch vergröfsert wird, sollen auch die Zwischenausbesserungen, die in Bahnbetriebswerken nicht ausgeführt werden können, vorgenommen werden.

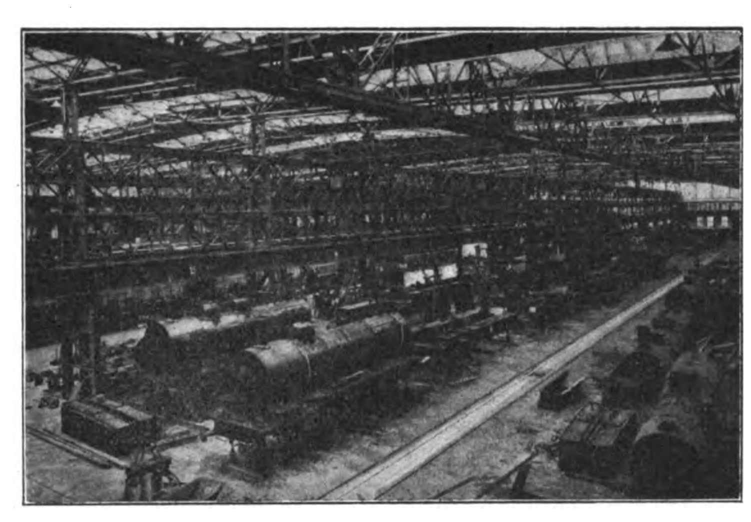


Abb. 7. Rahmenwerkstatt.

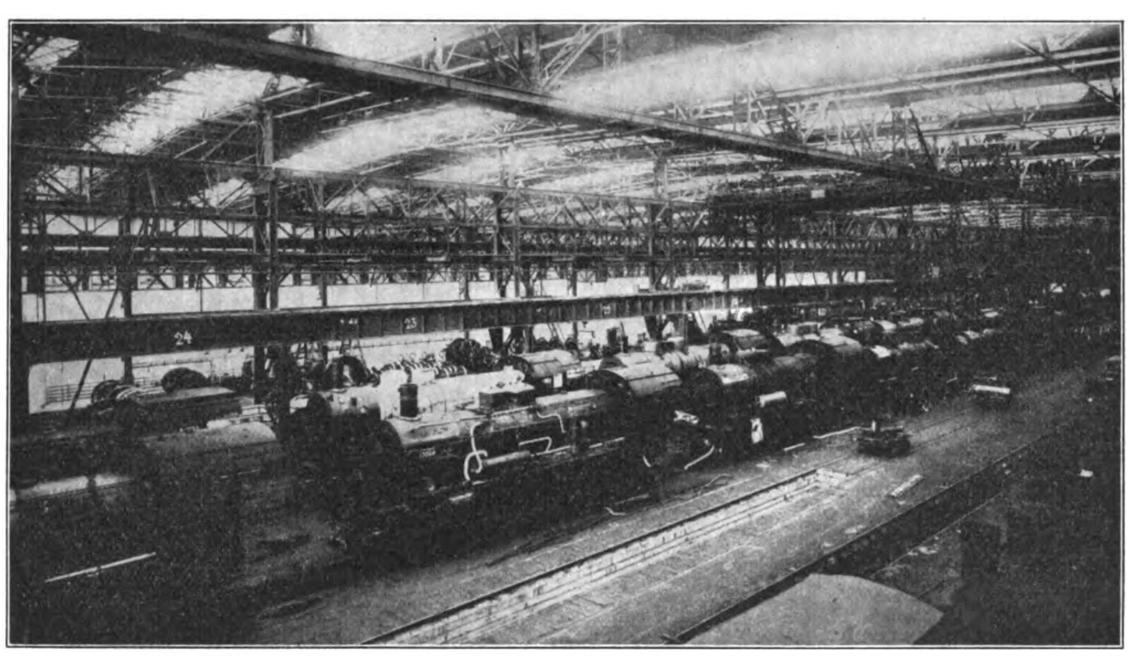



Abb. 8. Die Aufbauhalle.

Der Kessel wird auf besonderem Kesselwagen über ein Quergleis in die Kesselhalle auf den Kesselzerlegungsstand gebracht, wo der Abbau der Kesselteile und der Ausbau der Rohre erfolgt. Der Kessel selbst kommt, wenn die ganze Feuerkiste ausgebaut wird, auf den grofsen Bohrstand, der aus vier grofsen Seitenbohrwerken und einem in der Mitte von diesen stehendem Radialbohrwerk besteht (s. Abb. 9). Die Stehbolzen werden hier nur von aufsen ausgebohrt. Werden nur Stehbolzenfelder ausgewechselt, so kommt der Kessel auf den kleinen Bohrstand, der aus ortsfesten in die Erde versenkbaren Innenbohrmaschinen und fahrbaren Ausbohrmaschinen besteht. Dadurch, dafs das Ausbohren der Stehbolzen von innen und aufsen zur gleichen Zeit erfolgt, wird diese Bearbeitung auf die Hälfte der Zeit verkürzt. Nach dem Ausbohren wird der Kessel in die von der Kesselhalle aus unmittelbar erreichbare Sandstrahlreinigung geschoben und dort von innen mittels einer Pontani-Sandstrahlgebläseeinrichtung und auch von aufsen mit Sandstrahl gereinigt. Der Kessel kommt dann auf die eigentlichen mit Bohrmaschinen und Nietmaschinen ausgerüsteten Richtstände und von diesen zum Prüfstand, bei dem an der Feuerkistenseite der Fufsboden zwecks besserer Zugänglichkeit der Feuerkiste tiefer gelegt ist. Von hier wandert der Kessel zur Dampfdruckprobe, wo er mit Warmwasser aus der Wärmespeicheranlage gefüllt wird; nach der Druckprobe wird Dampf- und Warmwasser wieder an die Wärmespeicheranlage abgegeben. Am Schiebebühnenfeld kann der Kessel, falls das Einbauen nicht sofort erfolgt, abgestellt werden.

Die Tenderwerkstatt, die neben der Kesselschmiede liegt, hat zwei mit Arbeitsgruben versehene Arbeitsgleise für die Zerlegung und den Zusammenbau des Tenders. Neben diesen Gleisen liegt ein Gleis, auf dem unmittelbar Teile und Drehgestelle in die Abkocherei gefahren werden können. In der Tenderwerkstatt sind aufserdem zwölf Richtstände vorgesehen. Unmittelbar neben denselben liegt die Blechwerkstatt, in der die Bleche bearbeitet werden.

Neben der Tenderwerkstatt liegt die Schmiede, die mit Glühöfen, offenen Feuern, Elektro-Essen, Schweifsmaschinen, ferner Lufthämmern von 75 bis 600 kg ausgerüstet ist. Die Schmiede hat eine zentrale unterirdische Rauchabsaugung, sie arbeitet im allgemeinen mittels eines 50 m hohen Schornsteins mit natürlichem Zug. Für das Anheizen ist zur Abführung der Rauchgase ein Ventilator vorgesehen. Die übrigen Zubringerwerkstätten liegen in den mittleren und in den beiden äufseren 20 m breiten Hallen und sind gröfstenteils durch Trennwände abgetrennt. In der östlichen Halle liegt die Treibteil-Werkstatt (Abb. 10), die insbesondere mit den Stangenkopfschleifmaschinen, Stangenlager, Ausbohrmaschinen, mit der Schwingenschleifmaschine und Innen-Rundschleifmaschine ausgerüstet ist. Ferner liegt in derselben die Kolbenstangenwerkstatt mit den Kolbenstangendrehbänken und Schleifmaschinen, der Kolbenringschleifmaschine und einem Schweifsstand zum Aufschweifsen der Konusse. Am Ende der Halle liegt die Armaturen- und Pumpenwerkstatt mit den erforderlichen Drehbänken, insbesondere aber mit den Prüfständen, die ihren Dampf von einem besonderen mit Ölfeuerung beheizten Dampfkessel erhalten. In der Mittelhalle liegt die Räderwerkstatt (siehe Abb. 11), die mit einer gröfseren Anzahl Radsatzdrehbänken, Achsschenkelschleif- und Kurbel-

zapfenschleifmaschinen, einer Radreifenausbohrbank und einer Presse versehen ist. Die Erwärmung der Radreifen erfolgt mittels einer im Werk selbst entworfenen und gebauten elektrischen Radreifenerwärmung, bei der der Radreifen nicht induktiv wie bei bereits ausgeführten Anlagen, sondern unmittelbar durch den Strom erwärmt wird, indem er in den Sekundärkreis eines Transformators gelegt wird. Die Vorrichtung hat einen sehr guten elektrischen Wirkungsgrad und gestattet insbesondere das Auflegen kleinster und gröſster Radreifen, ferner ein Einsetzen des Radsternes in den Radreifen, während dieser noch auf der Vorrichtung liegt.

Anschlieſsend an die Räderwerkstatt liegt die Rahmenteile-, Brems- und Züge-Werkstatt unmittelbar neben der Rahmenwerkstatt. Die Werkstätten sind mit Fräsmaschinen zur Bearbeitung der Achslagerkästen ausgerüstet. Diese stehen unmittelbar neben der Rahmenbearbeitungsmaschine und dem Stand, auf dem die Achslager auf die Achsen aufgepaſst werden, so daſs die Beförderungswege der Achslagerkästen, sowie die Meſsübertragungen die denkbar kürzesten sind. In diesen Werkstätten stehen weiterhin Drehbänke, Bohrmaschinen, die Gleitbahnschleifmaschine, die Bremsdreieckwellenfräsmaschine und Ausbohrwerke. An diese Werkstätten schlieſsen sich die Blechwerkstatt und die Kupferschmiede an, unmittelbar benachbart der Tenderwerkstatt und Schmiede. Die in diesen Werkstätten vorhandenen Feuer sind ebenfalls an die zentrale Rauchgasabsaugung angeschlossen. Stanzen, Scheren, Bohrmaschinen dienen zur Bearbeitung der Bleche, sowie eine groſse Plandrehbank zur Bearbeitung der Rauchkammertüren. Ein groſser muffelartig gebauter Glühofen in der Kupferschmiede besorgt das Ausbrennen der Kupferrohre. In der Westhalle liegt neben der Schmiede die Behälter- und Vorwärmer-Werkstatt, besonders ausgerüstet mit einer neuen Schleifmaschine zum Schleifen der Stirnflächen der Vorwärmer und Vorwärmerdeckel. An diese Werkstatt anschliessend liegt die Rohrwerkstatt unmittelbar neben der Kesselzerlegung, bei der die Rohre anfallen. Sie ist mit zwei Heizrohrtrommeln und den Rohrbearbeitungsmaschinen ausgerüstet. Das Schweiſsen der Heizrohre geschieht nach dem Stumpfschweiſsverfahren. Die Rauchrohre werden autogen geschweiſst, es wird aber bei diesen z. Zt. noch eine elektrische Nahtschweiſsung versucht.

In der östlichen Halle liegt ferner in sich abgeschlossen die Kesselteil- und Ersatzteil-Werkstatt. In der ersteren stehen die groſsen Bohrmaschinen zum Ausbohren der Rohrwände, eine besondere Drehbank mit 270 mm Durchlaſs zur Bearbeitung der Ventilregler und Reglerstangen, ferner mehrere Drehbänke zur Bearbeitung der Kesselarmaturen. Die Ersatzteilwerkstatt ist gegliedert in eine Fräserei, ausgerüstet mit einer gröſseren Anzahl vertikaler und horizontaler Fräsmaschinen, einer Bohrerei, ausgerüstet mit einfachen Bohrmaschinen und Drehtisch-Bohrwerken, letztere insbesondere zur Bearbeitung der Kolbenringe, ferner einer Dreherei, ausgerüstet mit einer groſsen Zahl Drehbänke. Auf der Galerie, für sich abgeschlossen, liegt die Rotguſs- und Kupferbearbeitung, erstere ausgerüstet mit Revolverdrehbänken, Drehbänken und Sechskantfräsmaschinen. In der Kupferbearbeitungswerkstatt erfolgt insbesondere die Bearbeitung der Stehbolzen. Diese werden bis auf das Gewinde auf den Revolverbänken bearbeitet, während das Gewinde selbst zur Erreichung gröſster Genauigkeit zwischen den Spitzen auf Spezialgewindedrehbänken geschnitten wird. Die Ersatzteilwerkstatt ist vollkommen unabhängig vom übrigen Arbeitsgang des Werkes. Sie hat lediglich Massenfertigung und liefert alle ihre Erzeugnisse an das Ersatzteillager ab. Das Ersatzteillager und das Stofflager liegen in einem besonderen Gebäude unmittelbar neben der Ersatzteilwerkstatt und sind mit dieser durch eine Hängebahn verbunden.

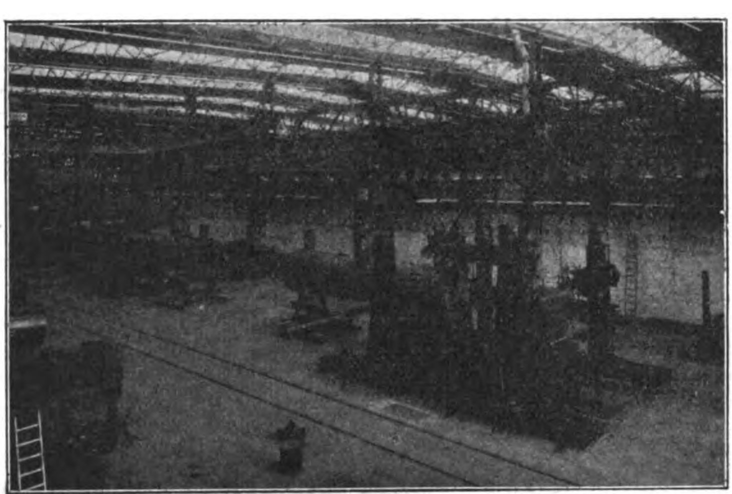


Abb. 9. Bohrwerke der Kesselschmiede.

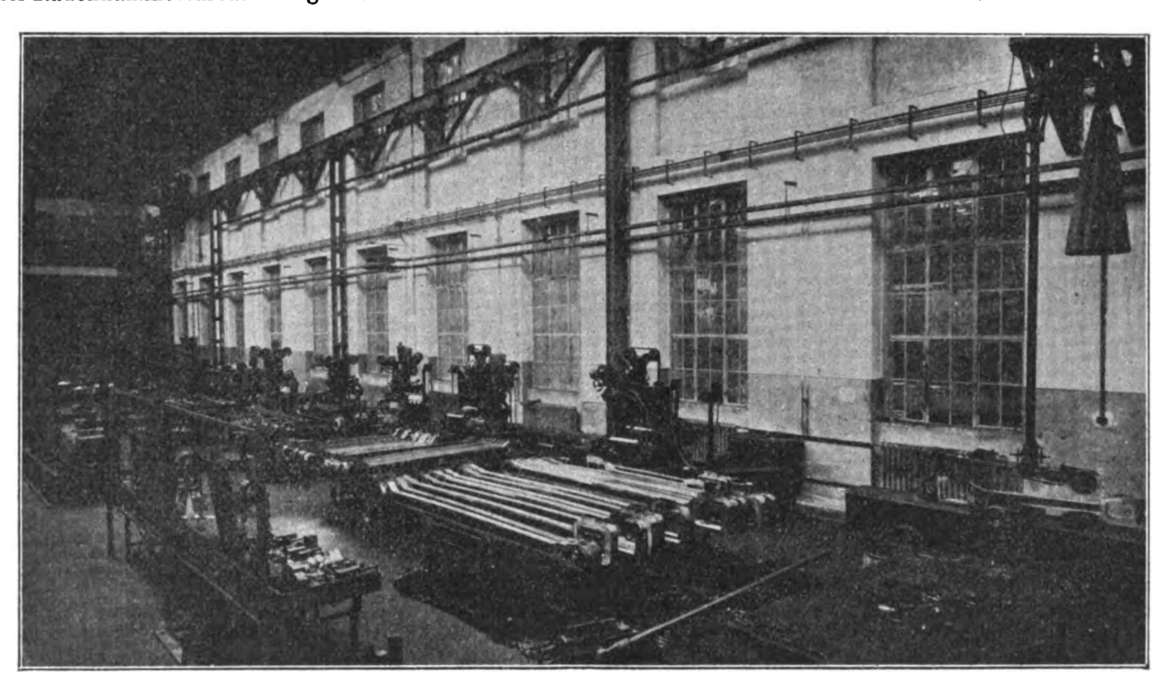


Abb. 10. Treibteil-Werkstatt.

Im Lagergebäude liegen fernerhin die Werkzeugmacherei und die Härterei. Auf die Ausbildung des Werkzeugwesens ist ganz besonderer Wert gelegt worden, bildet es doch die Grundlage für eine fabrikationstechnisch planmäſsig

durchgebildete und gute Werkstättenarbeit. Nur richtige und gute Werkzeuge und Meſswerkzeuge sowie feinste Meſsinstrumente ermöglichen es, Normung, Austauschbau und Massenfabrikation zu betreiben und hierfür die Passungen anzuwenden. Sie geben die Möglichkeit in die Geheimnisse der Fabrikation hineinzusehen, die Grenzen der Anforderungen an Genauigkeit richtig zu treffen und die Unterlagen für geeignete Konstruktionen und Arbeitsverfahren zu geben. Sie ermöglichen weiterhin die individuelle, gefühlsmäſsige, in ihren Grenzen absolut nicht festgelegte Paſsarbeit durch eine mechanisch scharf abgegrenzte, kontrollierbare Paſsarbeit zu ersetzen und dadurch die Fabrikation von dem subjektiven Gefühl des Einzelnen unabhängig zu machen, und ihre einwandfreie Beherrschung seitens der Betriebsleitung zu ermöglichen. Der Aufwand, der für eine gute Werkzeughaltung und eine Verfeinerung des Meſswesens erforderlich ist, erzielt seine Gewinne durch Verbilligung der Fabrikation, insbesondere durch die Massenfabrikation und Austauschmöglichkeit und Erfaſsbarkeit der fabrikationstechnischen Grundlagen. Die Werkzeugmacherei ist daher mit den besten Werkzeugbearbeitungsmaschinen wie Präzisionsdrehbänken, Hinterdrehbänken, Universalfräs- und Schleifmaschinen, Innenschleifmaschinen, Rachenlehrenschleifmaschinen usw. ausgerüstet. Zum Prüfen und Messen der Werkzeuge dient ein besonderer Prüfraum, in dem sich die Meſsmaschinen, Gewindemeſsmikroskope, Kaliber, Mikrometer, Endmaſse usw. befinden. Zur Überprüfung der in diesem Prüfraum vorhandenen Meſsgeräte dienen noch weitere Meſsgeräte, die sich in einem besonderen Raum der Verwaltung befinden. An Meſsgeräten sind hier insbesondere vorhanden: 1 Komparator, 1 groſses Meſsmikroskop, 1 Meſsmaschine für 3 m lange Stücke, Mikroskope, Meſsscheiben, Kaliber, Endmaſse usw. Sämtliche Werkzeuge und Geräte sind soweit sie nicht vom Normenausschuſs der deutschen Industrie genormt sind oder mit so geringen Abweichungen in den Handel kommen, daſs sie als handelsüblich genormt bezeichnet werden können, für die besonderen Verhältnisse des Werkes durchgezeichnet und genormt, sodaſs nur einheitliche und genormte Werkzeuge in die Hände der Arbeiter kommen. Die Werkzeugmacherei als Grundlage der Fabrikation wurde als erste Werkstatt mit besonders ausgesuchtem Personal in Betrieb genommen. Alle angelieferten und selbst hergestellten Werkzeuge werden genau geprüft und während sie im Betrieb sind, einer ständigen Nachprüfung unterzogen. Um den Werkzeugbedarf auf ein geringstes Maſs zu bringen und um den Umlauf zu erleichtern, sind die Werkzeuge in Platz- und Bedarfswerkzeuge eingeteilt. Da durch das Wandern der Lokomotive und Einzelteile gleiche Arbeiten an gleichen Stellen verrichtet werden, so brauchen an die einzelnen Arbeitsstellen nur diejenigen Werkzeuge gegeben zu werden, die regelmäſsig zu der betreffenden Arbeitsausführung benötigt werden. Seltener gebrauchte Werkzeuge sind als Bedarfswerkzeuge gekennzeichnet und an den Werkzeugausgaben zu haben, von denen innerhalb der Lokomotiv-Ausbesserungswerkstatt vier vorgesehen sind. Diese sind mit Schleifmaschinen soweit ausgerüstet, daſs die kleinen Anschleifarbeiten von ihnen verrichtet werden können.

Die Kraftversorgung des Lokomotivausbesserungswerks geschieht von dem $1^1/_2$ km entfernt gelegenen Kraftwerk des Eisenbahnwerkes aus, das mit der Pulverfabrik erbaut wurde und eine Gesamtleistung von 8000 kVA hat, so daſs selbst unter Berücksichtigung genügender Reserve, Strom an den Landkreis Jerichow abgegeben werden kann. Der Strom wird mit 6000 Volt zum Lokomotivausbesserungswerk geleitet und dort in einer Hauptumformerstelle und in mehreren einzelnen im Werk an den Hauptverbrauchsstellen gelegten Umformerstellen umgeformt. Es stehen zur Verfügung 220 und 550 Volt Drehstrom, ferner 220 und 440 Gleichstrom. Zur Erzeugung des letzteren dienen einschlieſslich Reserve 2 Einankerumformer von je 200 kVA Leistung. Der Gleichstrom wird insbesondere zur Stromversorgung der mit Reguliermotor angetriebenen Werkzeugmaschinen gebraucht. Die Preſsluft wird durch 2 Kompressoren von je 20 cbm/Minuten geliefert. Im Falle, daſs diese Anlage nicht ausreicht, kann Preſsluft noch vom zentralen Kraftwerk aus geliefert werden. Die Sauerstoffversorgung erfolgt zentral von einer Sauerstoffanlage aus, die nebenbei noch Sauerstoff nach auſserhalb in Flaschen liefert, so daſs eine gleichmäſsige Belastung der Anlage gewährleistet ist. Der Sauerstoff wird mit 9 Atm. in das Lokomotivausbesserungswerk geleitet und kann dort an einer gröſseren Zahl besonders dicht schlieſsender Ventile entnommen werden. Die Azetylenversorgung geschieht ebenfalls aus einer zentralen Anlage mit 2 Generatoren von je 20 cbm/Stunde Leistung.



Abb. 11. Räderwerkstatt.

Die Heizung erfolgt mittels einer Warmwasserheizung und bei Temperaturen unter 6 Grad Kälte durch eine weitere Dampfluftzusatzheizung. Die Erwärmung des Wassers geschieht in im Hauptkraftwerk untergebrachten Vorwärmern, für die der wärmeabgebende Dampf durch Zwischendampfentnahme aus den Turbinen entnommen wird. Der Umlauf des Wassers

geschieht durch eine Pumpenanlage im Kraftwerk und durch eine mit mehreren Pumpen ausgerüstete Verteilungsstelle im Lokomotivausbesserungswerk selbst. Die Anlagekosten einer Warmwasserheizung sind im allgemeinen hoch, im vorliegenden Falle waren sie verhältnismäſsig niedrig, da alte Rohre aus früheren Beständen der Pulverfabrik verwendet werden konnten. Insgesamt wurden 35 000 m Rohr mit geschweiſsten Rohrverbindungsn verlegt. Erst bei einer Auſsentemperatur von — 6 Grad ab muſs die etwa 1,5 km lange Dampfleitung vom Kraftwerk aus zur Versorgung der Dampfluftheizung in Betrieb genommen werden. Die Dampfluftheizung arbeitet infolge des hohen Dampfverbrauchs und der langen Dampfleitung an sich verhältnismäſsig unwirtschaftlich, sie ist aber billig in der Anlage, was hier ausschlaggebend ist, da sie nur an wenigen Tagen im Jahr in Betrieb genommen wird. Die Warmwasserversorgung, insbesondere die für die Wohlfahrtsräume und für die Abspritzung der eingehenden Lokomotiven erfolgt von der Wärmespeicheranlage (siehe Abb. 12) aus.

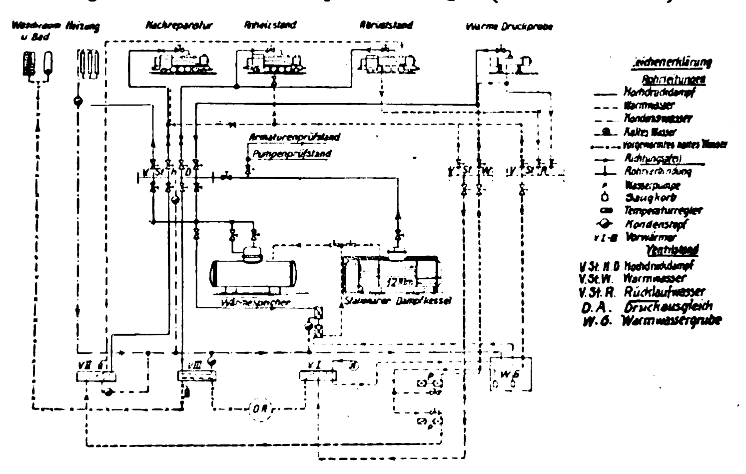



Abb. 12. Schema der Wärmespeicheranlage.

Diese besteht aus einem Dampfspeicher, einer Wassergrube, einer Kleinkesselanlage, sowie mehreren Vorwärmern. Als Kessel ist zur Erprobung vorläufig ein alter Lokomotivkessel genommen. Dieser ist mit den Vorwärmern zusammen eingemauert, zwecks bester Ausnutzung der Strahlungswärme. Über dem Kessel liegt eine automatisch betriebene Sandtrocknungsanlage, die die Abgase des Kessels zur Trocknung des Sandes ausnutzt. Der von den ankommenden Lokomotiven und von der Warmdruckprobe der Kessel gewonnene Dampf wird bis zum Druckausgleich in den Dampfspeicher geleitet, der übrige Dampf und das Warmwasser in die Warmwassergrube. Aus der Warmwassergrube wird das Wasser durch die Vorwärmer gepumpt, in denen jeweils die gewünschte Erwärmung mittels des aus dem Dampfspeicher, und bei den Spitzenleistungen aus dem Zusatzkessel entnommenen Dampfes erfolgt.

Um die in der Werkstatt vorkommenden Transporte in die einfachste Form zu bringen, ist der gesamte Grundriſs der Werkstatt so klar und einfach wie möglich gewählt. Als Haupttransportwege dienen die durch die Mitte der 5 Hallen gehenden Längswege, von denen zwei Vollspurgleise haben, sowie die senkrecht zu diesen durchgehenden 4 Querwege, von denen 3 durchgehende Vollspurgleise, der vierte teilweise ein Vollspurgleis hat. Die Quergleise münden auf die auſserhalb der Halle liegende Schiebebühne, die so eine gute Verbindung der Quergleise untereinander darstellt. Rings um das Werk geht eine Straſse, auf die die Straſsen vom übrigen Eisenbahnwerk, sowie die Wege des Lokomotivausbesserungswerkes münden, so daſs neben den Transporten auf den Hauptgleisen durch diese auch eine gute Transportmöglichkeit von und zu dem Lokomotivausbesserungswerk mittels gleisloser Wagen gewährleistet ist. Als Fördermittel dienen:

1. die Laufkrane,
2. ein elektrisch fahrbarer Drehkran mit Magnetbetrieb,
3. ein elektrischer Vollspurplattformwagen,
4. elektrischer Schmalspurplattformwagen,
5. Voll- und Schmalspurbahnmeisterwagen und Krankarren,
6. gleislose Elektro-Hubkarren,
7. Handkarren,
8. elektrische Lastkraftwagen,
9. Transportkörbe.

In der Kessel- und Tenderhalle laufen ein 40 t-Kran und zwei 30 t-Laufkrane zur Beförderung der Kessel, Tender, Nietmaschinen, Bohrmaschinen und schwerer Geräte. Zur Beförderung der Tender dient ein besonderes Tendergehänge. Unter den Laufkranen läuft an beiden Seiten je ein 4,5 t-Konsolkran mit 9 m Ausladung, dessen höchste Hakenhöhe 6,6 m beträgt, um Feuerkisten leicht einsetzen zu können. In der Lokomotivhalle laufen 4 Deckenkrane von je 4 t Tragkraft mit der halben Spannweite der Halle, deren durch die Mitte der Halle gehende Kranbahn am Dach aufgehängt ist. Die Krane dienen zum Anbauen leichterer Stücke und zum Transport innerhalb der Halle. Unter diesen ~~Laufkranen~~ laufen zwei 60 t-Laufkrane zum Heben der Kessel und Rahmen, auch ausnahmsweise zum Heben ganzer Lokomotiven. In der Regel laufen die Lokomotiven beim Zusammenbau auf eigenen Achsen durch die Werkstatt, in besonderen Fällen können auch Lokomotiven mittels Längstraversen übereinander gehoben werden. Um die beiden 60 t-Krane, die zusammen die schwersten Lokomotiven heben sollen, auch für leichtere Arbeiten wirtschaftlich ausnutzen zu können, sind sie mit einer 7 $^{1}/_{2}$ t-Hilfskatze ausgerüstet. In den beiden äuſseren Hallen laufen je ein 4 und 7,5 t-Kran. In der Mittelhalle läuft ein 7,5 t-Laufkran und über demselben zwei 5 t-Laufkrane. Unter den 7,5 t-Laufkranen laufen Halbportalkrane zur Bedienung der Achsenbearbeitungsbänke. In der nachfolgenden Tabelle sind die Fahr- und Hubgeschwindigkeiten der Krane angegeben. Besonderer Wert ist auf eine geringe Zahl Motortypen gelegt, zwecks leichterer Unterhaltung und um Ersatzteile zu sparen. An Motortypen sind für alle Hauptkrane nur vier Typen mit 3,3, 10,88, 31,3 und 53 PS verwendet. Bei dem 7,5 t-Kran in der Räderwerkstatt und dem 4 t-Kran in der Lokomotivrichthalle sind zwei Hubgeschwindigkeiten vorgesehen, um das Aufbringen der Radsätze auf die Drehbänke und das Anbringen der Teile an die Lokomotiven zu erleichtern. Der elektrisch fahrbare Akkumulatorendrehkran dient zur Beförderung groſser Stücke, zur Bedienung des Räderhofes und des Altstofflagers. Seine Eigenschaft als Rangiermaschine benutzt er insbesondere zum Verschieben der Lokomotiven, der Kesselwagen, der Tender, sowie der Schrott- und Arbeitswagen. Ein Teil dieser Transporte übernimmt auch der elektrische Vollspurplattformwagen. Die Verwendung der elektrischen Schmalspurplattformwagen ist nur am Rundschuppen und an der Abkocherei vorgesehen, wo es sich um kurze, sehr häufige Transporte handelt. Der Haupttransport innerhalb der Werkstatt wird von gleislosen Hubtransportwagen übernommen. Diese befördern den gröſsten Teil der Einzelteile der Lokomotiven von der Reinigungswerkstatt in die einzelnen Werkstätten und von diesem zum Zusammenbau. Zum Transport kleinerer Stücke dienen Handkarren. Der Lastkraftwagen übernimmt die Transporte zum übrigen Eisenbahnwerk und das Heranschaffen der Stückgüter vom Bahnhof Kirchmöser. Um mit einem Transport die Tragfähigkeit der Transportmittel auszunutzen und um die Einzeltransporte auf ein Mindestmaſs herabsetzen zu können, werden zusammengehörige und in ein und derselben Werkstatt zu bearbeitenden

**Krantabelle.**

| Kranart | Nutzlast | Spannweite<br>mm | Laufschienenhöhe über S. O.<br>mm | Höchste Hakenstellung<br>mm | Eigengewicht<br>t | Geschwindigkeit bei<br>Kranfahren<br>m/Min. | Katzefahren<br>m/Min. | Heben<br>m/Min. | Motorstärke<br>Kranfahren<br>PS 60 Min. | Katzefahren<br>PS 60 Min. | Hub<br>PS 60 Min. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lokomotivhebekran | 2 je 50 t<br>Hilfskatze<br>7,5 t | 28300 | 6300 | 7350 | Kran und Katze<br>84<br>Traverse<br>20,8 | belastet<br>45<br>leer 60 | belastet<br>20 | bei 60 t Nutzlast = 2<br>bei 15 t Nutzlast = 2<br>bei 7,5 t Nutzlast = 4,1 | hR164F/1000<br>N = 31,3<br>S. S.W. | hR91/1000<br>N = 10,88<br>S. S.W. | 6 D Sh 180<br>N = 53<br>Maschinenfabrik Efslingen |
| Kessel- und Tenderhebekran | 2 je 30 t<br>Hilfskatze<br>4 t | 29700 | 10000 | 9700 | 42 | 82 | 24,4 | 3,35<br>bzw.<br>8,1 | hR164F/1000<br>N = 31,3<br>S. S.W. | hR91/1000<br>N = 10,88<br>S. S.W. | hR164F/1000<br>N = 31,3<br>S. S.W. |
| | 1 zu 40 t | 29700 | 10000 | 9750 | 53 | 82 | 25 | 2,75<br>bzw.<br>4,25 | hR164F/1000<br>N = 31,3<br>S. S W. | hR91/1000<br>N = 10,88<br>S. S.W. | hR164F/1000<br>N = 31,3<br>S. S.W. |
| Laufkrane | 3 je 7,5 t<br>Halle C<br>„ E<br>„ A | 2 je 19400<br>1 zu 18850 | 8500<br>8500 | 8140<br>8140 | 17,4 | 70 | 25 | 4 | hR91/1000<br>N = 10,88<br>S. S.W. | hR61/1000<br>N = 3,3<br>S. S.W. | hR91/1000<br>N = 10,88<br>S. S.W. |
| | 4 je 4 t<br>Halle D | 14550 | 11850 | 11600 | 13,5 | 109 | 28 | 8,3 | hR91/1000<br>N = 10,88<br>S. S.W. | hR61/1000<br>N = 3,3<br>S. S.W. | hR91/1000<br>N = 10,88<br>S. S.W. |
| | 4 je 4 t<br>Halle A<br>„ C<br>„ E | 2 je 19400<br>2 je 19700 | 8500<br>11850 | 8850<br>11700 | 16,3<br>16,3 | 87<br>87 | 28<br>28 | 8,3<br>8,3 | hR91/1000<br>N = 10,88<br>S. S.W. | hR61/1000<br>N = 3,3<br>S. S.W. | hR91/1000<br>N = 10,88<br>S. S.W. |
| Konsolkrane für Kesselschmiede | 2 je 4,5 t | Ausladung<br>9000 | 5215 | 6600 | 13,8 | 80 | 25 | 5,5 | hR91/1000<br>N = 10,88<br>S. S W. | hR61/1000<br>N = 3,3<br>S. S.W. | hR91/1000<br>N = 10,88<br>S. S.W. |

Teile in Körbe verschiedener Bauart verpackt, in denen sie auch nach der Bearbeitung bleiben und wieder an die Lokomotiven herangebracht werden.

Die Betriebsführung des Werkes ist durch die Unterteilung des ganzen Werkes in einzelne voneinander unabhängige Unterwerkstätten und die dadurch erzielte scharfe Abgrenzung der Verantwortlichkeit sehr vereinfacht. Durch die Zusammenfassung gleicher Arbeiten an gleicher Stelle und durch die eingehende Arbeitsvorbereitung ist ferner eine wesentliche Vereinfachung der Kalkulation und der Schreibarbeit erzielt. Sehr einfach gestaltet sich auch das Fristenverfahren, das dem Meister fast jede Schreibarbeit nimmt. Es ist derart durchgeführt, dafs es zwangsläufig den Gang der Lokomotive durch die Werkstatt regelt, jede Unregelmäfsigkeit sofort aufdeckt und auch dem Transportmeister ständig Unterlagen für die auszuführenden Transporte und Bestimmungsorte gibt. Beim Eingang jeder Lokomotive wird eine Vormeldung ausgestellt, auf der die Auftragsnummer, sowie der erste Zerlegungs- und Zusammenbautag vermerkt ist (siehe Abb. 13). Jeder Meister erhält einen Durchschlag dieser Vormeldung und weifs daher auf Grund eines bei ihm liegenden Normalarbeitsdiagrammes, an welchem Tage seine Werkstatt die Teile zu liefern hat. Zur eigenen Kontrolle hat er einen Schreibtischaufsatz mit Tagesfächern, in welche die Vormeldungen entsprechend dem Ablieferungstag gelegt werden. Am Ablieferungstag hat der Meister eine Fertigmeldung auszustellen, die soweit vorgedruckt bzw. vorher ausgeschrieben ist, dafs er nur seinen Namen darunter zu setzen hat. Verzögert sich die Fertigstellung, so hat der Meister eine Verzögerungsmeldung auszustellen, die unter Umständen Veranlassung für eine Termin-Abänderungsmeldung seitens des Fristenbüros geben kann (Abb. 14).

Im Fristenbüro selbst sind auf einer Tafel für jeden Lokomotiv-Auftrag Arbeitsdiagramme nebeneinander aufgehängt und dabei in den Tagesabständen ihres Eingangs senkrecht versetzt. Horizontal über sämtliche Diagramme geht eine täglich verschiebbare Tagesschnur, so dafs man jederzeit an der Hand dieser Diagramme den Arbeitsfortschritt der einzelnen Aufträge leicht übersehen kann, wobei Unregelmäfsigkeiten und Verzögerungen rot gekennzeichnet werden. Nach der Erledigung der Aufträge werden die Arbeitsdiagramme gesammelt und dienen als Unterlagen für die Statistik und die Betriebsbesprechungen. Um den terminmäfsigen Eingang der Fertigmeldung zu überwachen, um ferner die Belastungen der einzelnen Werkstätten zu übersehen und zu regeln, dient eine zweite Tafel, auf der in einer Spalte links des Brettes untereinander die Einzelwerkstätten, rechts oben in der horizontalen die Tageseinteilung für drei Monate eingetragen sind. Für jeden Auftrag und jede Werkstatt werden Marken, welche Auftragsnummern tragen, in das von der betreffenden Werkstattsspalte und der jeweiligen Tagesspalte gebildete Rechteck gehängt. Durch eine senkrechte Tagesschnur wird daher angezeigt, welche Aufträge an den betreffenden Tagen fertig bzw. gemeldet sein müssen. Um die Übersicht über den Werkstattbetrieb weiter zu erleichtern, befindet sich in dem Fristenbüro ein Tisch mit dem Grundrifs der beiden grofsen Hallen, auf dem

die Lokomotiven-Kessel und Tender dem tatsächlichen Gang entsprechend in Form von kleinen Modellen versetzt werden. Das Fristenbüro ist örtlich so gelegt, dafs durch ein Fenster nach dem Drehscheibengelände und ein Fenster nach der Richthalle die Lokomotive vom Eingang bis zum Ausgang ständig übersehen werden kann.

**Vormeldung** a/b/c/d

| Auftrag Nr. | | Ordnungs Nr. | Gattung | Art der Ausbessg. | I 1. Zert. Tag | II 1. Zusatz Tag |
|---|---|---|---|---|---|---|
| L | | Lok Nr. | | | | |
| K | | Fabrik Nr. | | | | |
| T | | Tender Nr. | | | | |

Ausgestellt Fristenbüro: Name — An ……

a: Transportkorb und Zettel eingegangen Empfangsbestätigung abgesandt.
b: Arbeit fertiggestellt. Fertigmeldung erstattet. Gegenstand auf Lager. Transportzettel ins Lagerfach. Werkstattszettel zum Zeitschätzer.
c: Transportkorb mit Transportzettel abgesandt.
d: Empfangsbestätigung erhalten, der Vormeldung beigefügt.
Vormeldung ablegen.

**Verzögerungsmeldung**

Auftrag Nr. …… verzögert sich vom …… bis ……
Grund der Verzögerung umseitig

| | Der Meister | Fristenbüro | Der Abt. Leiter | Fristenbüro |
|---|---|---|---|---|
| Name | | | | |
| Tag | | | | |

**Fertigmeldung**

Auftrag Nr. ……
Fertig am ……

| | Der Meister | Fristenbüro |
|---|---|---|
| Name | | |
| Tag | | |

**Laufzettel**

1. ist Auftrag Nr. …… beendet?
2. Warum erfolgt keine Fertig oder Verzögerungsmeldung?
3. Warum wurde keine Terminverlängerung beantragt?
4. Wann erfolgt Fertigstellung?

Antwort umseitig

| | Fristenbüro | Meister | Abt. Leiter | Fristenbüro |
|---|---|---|---|---|
| Name | | | | |
| Tag | | | | |

Abb. 13. Vordrucke für das Fristenverfahren.

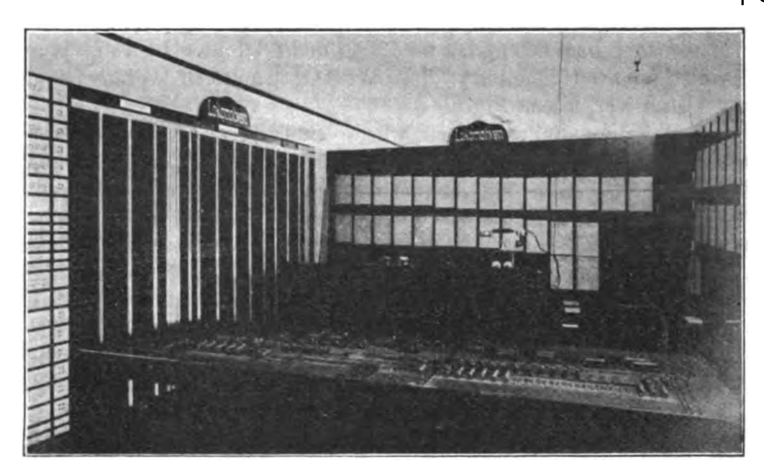


Abb. 14. Fristenbüro.

Zur Erledigung des Fristenverfahrens ist bei einer Belegschaft von 1200 Mann nur ein Meister ohne Hilfskraft erforderlich. Das Fristenverfahren hat sich sehr gut bewährt und im wesentlichen dazu beigetragen, in kurzer Zeit, trotz vieler Unfertigkeiten im Bau und trotz neuen Personals ein planmäfsiges Arbeiten des Werkes zu erzielen.

Die Leistung des Werkes beträgt, abgesehen von den Zwischenausbesserungen, etwa eine Lokomotive täglich mit grofser Ausbesserung. Unterhalten werden zur Zeit die $P_8$- und $T_{14}$-Lokomotiven. Mit dem Abbruch der unbrauchbaren Gebäude und der Legung der Fundamente wurde im Herbst 1922 begonnen. Der eigentliche Neubau begann erst im Frühjahr 1923. Im Anfang des Jahres 1924 wurde bereits mit einer Belegschaft von 300 Mann in einigen Werkstätten der Betrieb teilweise eröffnet. Im Laufe des Sommers 1924 wurden alle Werkstätten mit einer Belegschaft von 1200 Köpfen, die etwa die Hälfte der vollen Belegschaft darstellt, in Betrieb genommen.

Die Belegschaft stammt zu 60 % aus der Umgebung und zu 40 % aus anderen Eisenbahnwerken.

Zur Unterbringung des aus anderen Eisenbahnwerken übernommenen Personals sind gröfsere Siedlungen errichtet worden und teilweise noch im Bau.

Ein Jahrzent rastloser Tätigkeit hat aus dem Ödland am Plauer See eine Stätte lebhafter industrieller Arbeit und eine behagliche Wohnstätte für Tausende geschaffen. Viele Pläne harren noch ihrer Ausführung und die grofse Entwickelungsmöglichkeit, die dem Eisenbahnwerk Brandenburg-West eigen ist, wird ihm noch lange das Gepräge des Aufbaues geben.

## Umstellung der mechanischen Betriebe in Eisenbahn-Ausbesserungswerken.

Von Oberregierungsbaurat a. D. **Bardtke**, Werkdirektor in Wittenberge.

Es wird ausgeführt, wie die Verteilung der Werkzeugmaschinen der ehemaligen Drehereien auf die verschiedenen Sonderabteilungen der Ausbesserungswerke für Achsbuchs-, Stangen-, Gangwerk- usw. Bearbeitung nicht nur zu gröfster Vereinfachung des Förderwesens, sondern auch zu zweckmäfsigsten Arbeitsverfahren, guter Spezialisierung der Arbeiter und Erleichterung der Massenfertigung führt. Als Beispiel wird das Ausbesserungswerk Wittenberge angeführt.

Zwei Gesichtspunkte sind es, die bei dem Streben nach Erhöhung der Wirtschaftlichkeit und Leistung in Werkstättenbetrieben in vorderster Linie stehen:

1. Durch gründliche Erforschung und durch zweckmäfsige Ausgestaltung der Arbeitsverfahren die Leistung von Mensch und Maschine auf ein Höchstmafs zu bringen, indem man alle unwirtschaftlichen Wege, Arbeiten und Griffe ausschaltet.
2. Durch Normung und Massenherstellung der Erzeugnisse die Herstellungskosten auf ein Mindestmafs zurückzuführen.

Wie überall in der Industrie ist man auch in den Werkstättenbetrieben der Reichsbahn in den letzten Jahren eifrig bemüht gewesen, Verbesserungen durchzuführen und die Werke auf Grund der wirtschaftlichen Betriebsführung neuzeitlich auszugestalten. Während dies bei jüngeren, nach neueren Gesichts-

punkten gebauten und ausgerüsteten Werken verhältnismäfsig geringe Schwierigkeit bietet, ist bei älteren Werken zunächst eine vollständige Umwälzung nötig, um sie zur Einführung zweckmäfsiger Arbeitsverfahren reif zu machen.

Dies wird am besten klar, wenn man sich die Entwicklung unserer älteren Hauptwerkstätten vergegenwärtigt.

Die meisten sind vor mehreren Jahrzehnten gebaut; ihr Grundrifs und ihre Gröfse waren zweckmäfsig, solange der Eisenbahnbetrieb an sie keine grofsen Anforderungen stellte, und nur leichte Nafsdampflokomotiven, einfache Personenwagen und Güterwagen mit geringer Tragfähigkeit zu unterhalten waren. Viele der Werke stammen noch aus der Zeit der Privatbahnen, die nur wenige Fahrzeuge mit geringen Betriebsleistungen den Werkstätten zu überweisen hatten. Als die Anforderungen stiegen, wurden die Eisenbahnwerkstätten bald an dem einen, bald an dem anderen Ende angebaut, so wie es Geländeverhältnisse und Mittel erlaubten. Neue Maschinen wurden dort aufgestellt, wo gerade Platz war und wo ihre Aufstellung am wenigsten kostete, aber nicht dort, wo sie die Arbeitsweise am günstigsten gestaltet hätten, weil man dann zu gröfseren kostspieligen Umstellungen der vorhandenen Maschinen hätte schreiten müssen und weil die einfache, auf Einzelarbeit abgestellte handwerksmäfsige Arbeitsweise dies auch nicht unbedingt erforderte. So wurde der anfänglich zweckmäfsige Grundrifs allmählich verdorben und es entstanden eine Menge unübersichtlicher Winkel, verwickelte Leitungsanlagen, schwierige Förderverhältnisse usw., die ein höchst unwirtschaftliches Arbeiten zur Folge hatten. Ein besonderes Schmerzenskind waren die mechanischen Werkstattsabteilungen, in denen sich mit der Zeit die verschiedensten Werkzeugmaschinen bunt durcheinander derart anhäuften, dafs die Arbeiter kaum noch genügende Bewegungsfreiheit zu ihren Verrichtungen hatten und die Förderung von und zu den Maschinen zur Qual wurde. Man empfand dies solange nicht als besonders lästig, als man noch in altgewohnter Weise jedes eingehende Fahrzeug besonders behandelte, jedes abgenommene Teil für sich bearbeitete und seinen Weg auf verschlungenen Pfaden durch die Werkstatt gehen liefs, bis es zum Wiederanbau an seiner Ausgangsstelle für sich allein wieder anlangte. Auf kurze Ausbesserungszeiten wurde kein Wert gelegt, der Betrieb hatte genügend Fahrzeuge, um auf ihren Wiedereingang nach der Ausbesserung warten zu können. Zinsverluste für das Anlagekapital der Fahrzeuge während der Ausbesserungszeit stellte man nicht in Rechnung.

Anders wurde dies, als man aus wirtschaftlichen Gründen von der handwerksmäfsigen zur fabrikmäfsigen Arbeit in den Ausbesserungswerken überging, also die schadhaften Teile nicht mehr einzeln, sondern reihenweise in Arbeit zu nehmen suchte, um auf diese Weise nicht nur eine bessere Ausnützung der Werkzeugmaschinen, sondern auch eine gröfsere Spezialisierung der Arbeiter, und damit in beiden Richtungen eine höhere Leistung mit den vorhandenen Anlagen und Belegschaften zu erreichen. Ganz erheblich gefördert und letzten Endes überhaupt erst in gröfserem Mafse durchführbar gemacht wurde diese Arbeitsweise im Ausbesserungswesen der Eisenbahn aber erst durch die Sonderung der Lokomotiven auf die einzelnen Werke gröfserer Ausgleichbezirke, die Normung ihrer Einzelteile und die Einführung des Vorrats- und Austauschbaues, denn erst jetzt fielen gleichzeitig gröfsere Mengen annähernd gleicher Art an, die sich in Reihen in Arbeit geben liefsen.

Dabei stellte sich aber bald heraus, dafs es nun zweckmäfsig war, besondere Maschinen zur Herstellung neuer Teile für die Vorratslager, andere zur Aufbereitung der alten abgenützten und beschädigten Teile zur sofortigen Wiederverwendung zu verwenden. Die mechanischen Werkstattsabteilungen sonderten sich hiermit in zwei Teile, von denen der eine genau wie die Fabriken der Privatwirtschaft nur neue Ausrüstungsgegenstände in Massen herstellte, der andere Ausbesserungsarbeiten, die aber jetzt auch nicht mehr einzeln, sondern in gröfseren Reihen vorgenommen wurden, ausführte.

Dies führte nun weiter zu dem Gedanken, diese beiden Teile auch örtlich zu trennen, in den mechanischen Betrieben, der sogenannten Dreherei, nur die Maschinen ersterer Art zu belassen und die Maschinen der zweiten Art dorthin zu versetzen, wo die von ihnen vorzugsweise oder ausschliefslich bearbeiteten Teile weiter von Hand behandelt werden mufsten. Damit kam man nicht nur zu abgeschlossenen, höchst wirtschaftlichen Arbeitsverfahren, bei denen die Werkstücke an einer Stelle von Hand zu Hand gingen, bis sie vollkommen fertiggestellt zum Wiederanbaustand oder zum Austauschlager gelangten, sondern man vermied auch den gröfsten Teil der lästigen Förderungen kreuz und quer durch das Werk, die nicht nur eine Unmenge von Arbeitskräften nutzlos verzehrten, sondern auch zur Verzögerung der Arbeiten wesentlich beitrugen.

Ein auf diese Erwägungen hin neu aufgebautes Werk ist das Eisenbahnwerk Brandenburg-West, bei dem die eingehenden Lokomotiven auf besonderen Abbauständen zerlegt werden, wonach sämtliche abgenommenen Einzelteile Sonderwerkstattsabteilungen zugeführt werden und dort zur Bearbeitung kommen. Von diesen aus fliefsen sie wieder in Sammeltransporten den Zusammenbauständen zum Wiederanbau zu. Die mechanischen Werkstätten sind also in eine Reihe von Einzelwerkstätten zerlegt, die jede einen Betrieb für sich darstellen und zu höchst wirtschaftlichen Arbeitsverfahren und Leistungen befähigt sind, da sie gestatten, die Arbeiter bis ins einzelne zu spezialisieren, alle Teile in gröfseren Mengen in Arbeit zu nehmen und die Förderungen auf ein Mindestmafs herabzusetzen.

Diesen Aufbau in den alten, oben geschilderten Werkstätten durchzuführen, ist natürlich nicht leicht. Er setzt eine vollständige Umstellung der Werkstattsanlagen voraus und verlangt vor allem Platz.

Letztere Schwierigkeit wurde nun durch einen anderen Umstand behoben. Je weiter man nämlich nach der Sonderung der Fahrzeuge im Ausgleichbezirk und Normung derselben mit dem Vorrats- und Austauschbau vorgehen konnte, um so mehr verkürzten sich die Ausbesserungszeiten. Man brauchte nicht mehr auf die Ausbesserung und Rückkehr der abgebauten Teile zu warten, sondern baute Ersatzstücke ein, die man fertig vom Lager bezog, was natürlich schneller geht. So brachte bereits der Einbau von Ersatzkesseln ganz wesentliche Abkürzungen der Ausbesserungszeiten, durch Einführung von Fristenplänen und Arbeitsdiagrammen förderte man diese Entwicklung weiter. Je geringer die Ausbesserungs- und damit die Standbesetzungszeiten aber wurden, desto gröfser wurde nun der Umschlag auf den einzelnen Ständen. Man kann also heute auf einem Stand des Werkes wesentlich mehr Fahrzeuge unterhalten als früher und damit wieder verringert sich der Bedarf an Arbeitsständen bei gleichbleibender Belastung des Werkes immer mehr, je weiter man in der Entwicklung fortschreitet. So konnte man fortlaufend Stände frei machen und für die Umstellung der mechanischen Betriebe und Einrichtung der Sonderabteilungen verwenden. Wenn auch das Beispiel des neuen, von vornherein aus den geschilderten Gesichtspunkten heraus gebauten Werkes bei alten Werkstätten nie voll erreicht werden kann, so läfst sich ihm doch auch bei diesen ziemlich nahe kommen.

So ist beispielsweise das Eisenbahnausbesserungswerk Wittenberge eine der alten Werkstätten, bei der die vorstehenden Ausführungen in vollem Umfang zutreffen. Die Dreherei des Werkes, an und für sich sehr günstig zwischen Lokomotiv- und Wagenabteilung, die mit ihr ein Hufeisen bilden, gelegen, war ein finsterer mehrstöckiger Bau, in dem sich im Laufe der Zeit Werkzeugmaschinen aller Art und Gattungen durcheinander in einer Weise gehäuft hatten, dafs die Arbeiter kaum

Platz zur Bewegung hatten. Selbst bei hellen Tagen mufste mit künstlichem Licht gearbeitet werden. Die beiden unteren Drehsäle im Erdgeschofs waren anfangs so eingerichtet, dafs der neben der Lokomotivhalle liegende die Radsatzbänke, Kurbel- und Schenkelschleifmaschinen und dergleichen für die Lokomotivbearbeitung, der an die Wagenwerkstatt angrenzende, die Wagenradsatzbänke und der eine obere Saal im 1. Stock die leichten Bänke aufnahmen, während der zweite Saal im 1. Stock und der Boden für die Direktionsgerätesammelstelle vergeben war. Allmählich wurde aber diese Einteilung durch Zwischenstellen neuer Werkzeugmaschinen so gestört, dafs nicht nur Kolben, Schieber und Wagenbeschlagteile, sondern auch neu anzufertigende oder instand zu setzende Werkzeuge die verschlungensten Wege durch die verschiedenen Drehsäle zu ihrer Fertigstellung nehmen mufsten.

Unter Berücksichtigung der vorstehenden Ausführungen waren zur Durchführung eines wirtschaftlichen Betriebes zwei Aufgaben zu lösen:

1. Es mufste die Dreherei selbst so umgestellt werden, dafs alle einem gleichen Zwecke dienenden Maschinen möglichst so zusammengestellt wurden, dafs geringste Förderwege entstanden und ein Hand in Hand Arbeiten der einzelnen Maschinen möglich wurde. Jede Maschine sollte gut erreichbar und so aufgestellt sein, dafs der Arbeiter gute Beleuchtung und möglichste Bewegungsfreiheit sowohl bei der Arbeit selbst als auch beim Einrichten und Unterhalten der Maschine bekam. Gleichartige Maschinen sollten so nebeneinander gestellt werden, dafs ein Bedienen mehrerer derselben durch einen Arbeiter ermöglicht wurde.
2. Es mufsten alle Maschinen, die nicht für Massenfabrikation und Neuherstellung in Frage kamen, sondern in der Hauptsache der Ausbesserung der anfallenden Fahrzeugteile dienten, dorthin verlegt werden, wo diese Teile auch von Hand bearbeitet werden konnten. Dabei war anzustreben, die Bearbeitungsstätten möglichst an die Stelle des Arbeitsanfalls zu legen.

Demgemäfs wurde die Dreherei in Abteilungen für Rotgufsbearbeitung, Werkzeugfabrikation mit Härtestube, Fräsarbeiten, Eisendreherei leichter und schwerer Art, Bohrarbeiten und Hobelarbeiten zergliedert, die im wesentlichen nur für die Ersatzteillager in Massenherstellung arbeiteten, während in der Lokomotiv- und Wagenabteilung besondere Abteilungen für Gangwerkteile, Achsbuchsen, Stangen, Kolben und Schieber, Drehgestelle, Vorwärmer, Achsschenkel- und Kurbelbearbeitung, mit der das Aufpassen der Lager verbunden wird, eingerichtet wurden, denen sämtliche hierfür erforderlichen Werkzeugmaschinen überwiesen wurden. Diese Sonderabteilungen bestanden zwar schon vor der Umstellung, es wurden in ihnen aber bisher nur die Schlosserarbeiten ausgeführt, während die maschinellen Arbeiten der Dreherei oblagen, der die Arbeitsstücke infolgedessen wiederholt zugeführt werden mufsten. Die Sonderabteilungen mufsten dementsprechend ausgebaut und vergröfsert werden. Alle Trennmaschinen wurden der Stoffabteilung zugeführt.

Um bessere Lichtverhältnisse in der Dreherei zu schaffen, wurde die Decke abgebrochen und ein durchgehendes Oberlicht in das Dach eingesetzt. Im 1. Stockwerk wurde der Bodenbelag im Mittelfeld herausgenommen, so dafs aus diesem Stockwerk zwei Galerien entstanden, zwischen denen das Licht vom Oberlicht des Daches her bis in das Erdgeschofs dringen konnte.

Platz für eine geräumige Aufstellung der Werkzeugmaschinen wurde einerseits durch Verlegung der Gerätesammelstelle nach aufserhalb, andererseits durch die Überführung der Maschinen in die Lokomotiv- und Wagenabteilung gewonnen. Die wesentlichste Entlastung der Dreherei brachte die Überführung der Wagenradsatzbänke nach der Wagenabteilung, der Lokomotiv- und Tenderradsatzbänke, sowie der Bänke für das Ausdrehen der Radreifen nach der Räderschmiede und der Achsschenkel- und Kurbelzapfenschleifbänke nach der Lokomotivabteilung, sowie der Kaltsägen nach dem Eisenlager. Die Abb. 1 und 2 lassen deutlich den Unterschied vor und nach der Umstellung der Dreherei erkennen. Abb. 1 zeigt einen Drehsaal vor der Umstellung mit dicht nebeneinander aufgestellten Werkzeugbänken und schlechter Beleuchtung, Abb. 2 dagegen einen Drehsaal nach der Umstellung, bei der man klar erkennen kann, wie geräumig und übersichtlich die Werkzeugmaschinen jetzt aufgestellt sind.

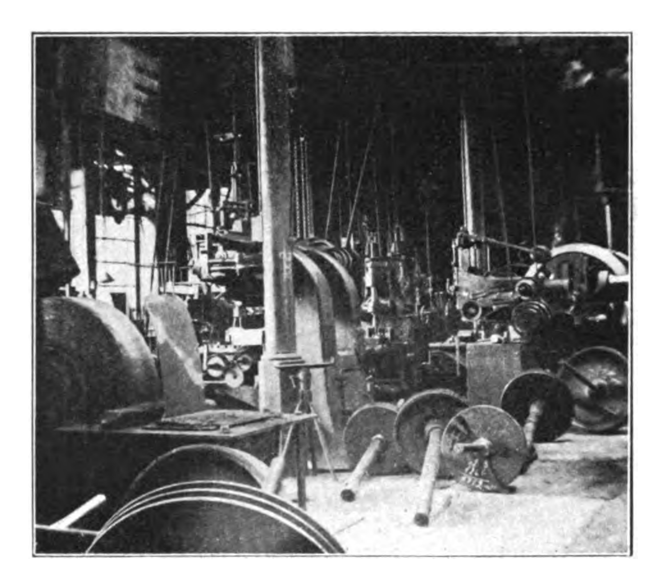


Abb. 1. Drehsaal vor der Umstellung.

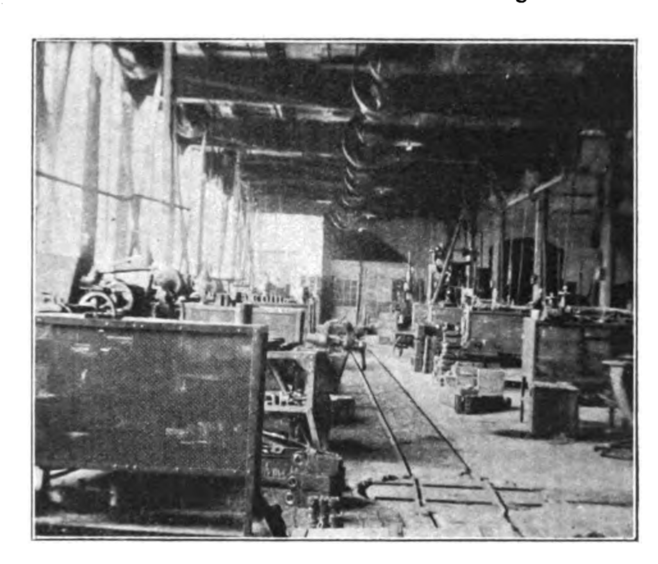


Abb. 2. Drehsaal nach der Umstellung.

Wie sich die Umstellung ausgewirkt und welche Vorteile sie gebracht hat, läfst sich am besten an Hand von Beispielen zeigen.

So ging die Neubereifung von Lokomotiven- und Wagenachsen früher folgendermafsen vor sich: Zunächst mufsten die auf einem der Lokomotivstände ausgebauten Achsen, da weder in der Lokomotivhalle noch in der Dreherei Platz zur Aufstellung war, unter Benutzung der viel belasteten Schiebebühne und der Lokomotivdrehscheibe auf dem Hof vor der Dreherei abgestellt werden. Sobald die Radsatzbank c (s. Abb. 3) frei war, wurden sie zu ihr im nördlichen Drehsaal zum Ausstechen der Sprengringe gebracht, worauf sie auf weitem Umweg durch

den meist durch Wagenradsätze gesperrten südlichen Drehsaal, dann die nördliche Wagenhalle über deren viel gebrauchte Schiebebühne zur Räderwerkstatt verschoben wurden, wo das Abziehen der alten Radreifen und Aufziehen der neuen stattfand. Alsdann gelangten sie auf demselben Wege wieder zurück zur Radsatzbank zum Abdrehen der Reifen und hierauf zur Lokomotivhalle, wenn sie nicht vorher noch auf dem Achsenpark hinter dieser abgestellt werden mufsten, weil die Lokomotiven zum Einlassen auf die Achsen noch nicht fertig waren. Einen ähnlichen umständlichen Weg hatten die Wagenachsen zurückzulegen, wie aus Abb. 3 ersichtlich ist.

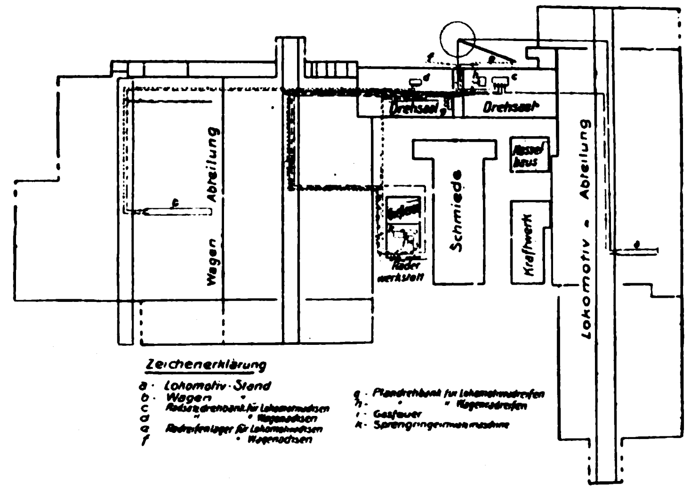


Abb. 3. Früherer Zustand.

Eine besondere Schwierigkeit bot die Förderung der Radreifen. Da die Plandrehbänke zur Bearbeitung der Radreifen (g und h der Abb. 3) in der Dreherei standen, wurden die neuen Reifen vor der Dreherei auf den Plätzen e und f gestapelt. Die Förderung zu den Plandrehbänken und weiter nach Ausdrehen der Reifen zur Räderwerkstatt erfolgte mittels eines schweren unhandlichen Kranwagens, an dem die Reifen aufgehängt wurden. Das Ein- und Aushängen der Reifen von Hand, das Verfahren des schwerfälligen Wagens, auf dem meist mit Achsen besetzten Wegen, erforderte eine Förderkolonne für sich in stundenlanger Arbeit.

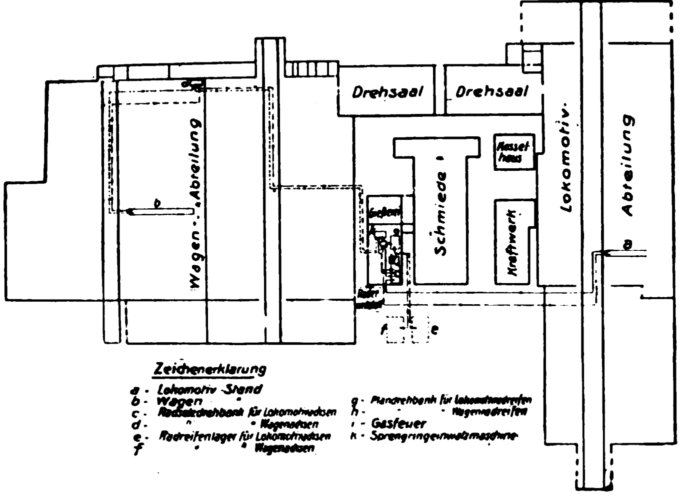


Abb. 4. Jetziger Zustand.

Nach Verlegen der Drehbänke für das Radreifenausdrehen und der Lokomotiv- und Tenderradsatzbänke nach der durch einen Anbau erweiterten Räderwerkstatt gestaltet sich der Vorgang dagegen heute denkbar einfach (s. Abb. 4). Von der Lokomotivhalle führen zwei Vollspurgleise geraden Wegs zur Räderwerkstatt. Die Achsen rollen hintereinander auf dem einen Gleise hin, auf dem anderen zurück. Ein Freimachen versperrter Wege ist nicht mehr nötig. Ein Abstellen an anderem Platze bis zu ihrer Bearbeitung ist nicht mehr erforderlich, da die beiden Gleise genügend Aufstellungsmöglichkeiten bieten. Die gesamte Behandlung der Achsen findet in der Räderwerkstatt statt, so dafs sie dieselbe fertig verlassen. Die Radreifen sind vor ihr gestapelt. Sie werden mittels Krans auf einen Schmalspurwagen gelegt, in die Räderwerkstatt auf kürzestem Wege gefahren und dort wieder mittels Kranes der Bank zugeführt.

In gleicher Weise legen die Wagenachsen nur noch einen Weg von dem Wagenstande zur Räderwerkstatt hin und her zurück. Sie werden gleichfalls, wenn sie neu bereift werden, im allgemeinen nur in der Räderwerkstatt behandelt, da das Abdrehen der neu bereiften Wagenachse gewöhnlich auf der dort aufgestellten Tenderradsatzbank stattfindet. Ist dies wegen Überlastung derselben ausnahmsweise nicht möglich, so findet das Abdrehen auf der an ihrem Rückwege aufgestellten Wagenradsatzbank d (s. Abb. 4) statt, so dafs auch dadurch kein Umweg bei der Rückförderung entsteht.

Die Länge der Förderwege betrug vor der Umstellung

| | | |
|---|---|---|
| für Lokomotivachsen durchschnittlich | . . | 910 m, |
| » Wagenachsen etwa | . . . . . . | 915 m, |
| » Radreifen | . . . . . . . . . | 180 m. |

Dagegen beträgt sie nach der Umstellung jetzt nur noch

| | | |
|---|---|---|
| für Lokomotivachsen durchschnittlich | . . | 315 m, |
| « Wagenachsen | . . . . . . . . | 545 m, |
| » Radreifen | . . . . . . . . . | 50 m. |

Die Förderwege haben sich infolgedessen um 40 bis 70% verringert, wobei noch zu berücksichtigen ist, dafs das Freimachen der früheren, fast ständig besetzten Förderwege noch weitere Verschiebungen der Achsen erforderlich machte und viele Aufenthalte verursachte, während solche Störungen heute durchaus beseitigt sind.

Die Zahl der Förderungen ist dabei bei den Achsen von fünf auf zwei, bei den Radreifen von zwei auf eins zurückgegangen, welche letztere nebenher von den Bedienungsmannschaften der Räderschmiede ausgeführt werden kann, also eigentlich gar nicht zu rechnen ist.

Noch mehr springt der Vorteil der Umstellung ins Auge, wenn man die Behandlung der Achsen in Verbindung mit dem Abbringen, Wiederherstellen und Wiederaufbringen der Achsbuchsen betrachtet. Es seien hierbei nur die Lokomotivachsen berücksichtigt, bei denen nicht der Reifen zu erneuern ist, sondern nur ein Abdrehen derselben und ein Schleifen der Achsschenkel und Kurbelzapfen stattfindet. Die Abb. 5 und 6 stellen den Zustand vor und nach der Umstellung der Betriebe dar. Man erkennt aus ihnen ohne weiteres die bedeutende Vereinfachung der Förderwege, die dadurch herbeigeführt wurde, dafs einerseits die Fräsmaschine und die Shapingmaschine zur Bearbeitung der Gleitplatten und Achsbuchsen aus der Dreherei zum Stande der Schlosser der Achsbuchskolonne, andererseits die Achsschenkel- und Kurbelzapfenschleifmaschine aus der Dreherei zu dem in unmittelbarer Nähe der Achsbuchsabteilung liegenden Arbeitsplatz für das Aufpassen der Lager versetzt wurden, wohin auch die Lagerausbohrbank überführt wurde. Der genannte Platz liegt unmittelbar neben der Achssenke, so dafs auch die Heifsläufer ohne Förderung dort unmittelbar behandelt werden können. Er hat durch Freimachen verschiedener Lokomotivstände genügend Platz zum Abstellen der Achsen erhalten, die nun nicht mehr auf den Hof gebracht zu werden brauchen. Ein Mauerdurchbruch schafft einen geraden kurzen Weg von der Achsbuchsabteilung zur Lagerausgiefserei, so dafs auch der Verkehr mit dieser denkbar einfach sich gestaltet.

Auf diese Weise wurde erreicht, dafs die Länge der Förderwege bei den Achsbuchsen von 2040 m auf 935 m und bei den Radsätzen von 710 m auf 695 m zurückging, so dafs eine Ermäfsigung bei den ersteren von 54 % eintrat, während die letztere sich beinahe gleich blieb. Die Anzahl der Förderungen ging dabei bei den Achsbuchsen von zwanzig auf acht, bei den Achsen immer noch von sechs auf drei zurück, so

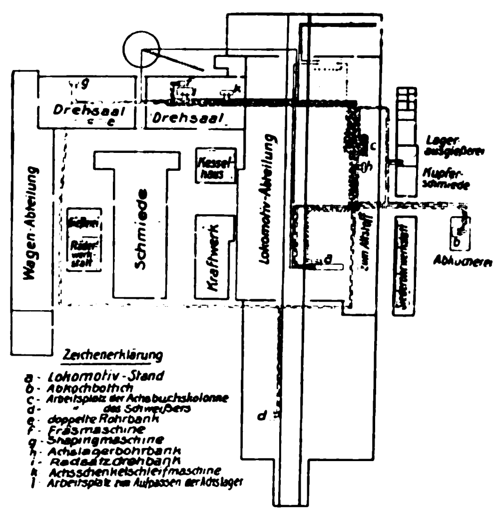



Abb. 5. Früherer Zustand.

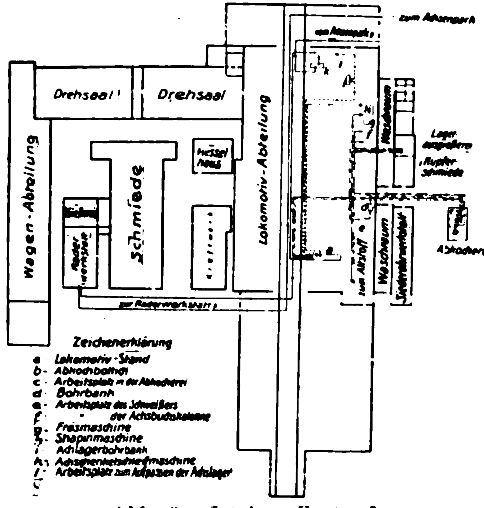



Abb. 6. Jetziger Zustand.

dafs also auch bei den Achsen eine wesentliche Erleichterung und Vereinfachung der Förderung eintrat, wobei auch hier wieder hervorzuheben ist, dafs die heutigen Förderungen auf den stets freien Wegen wesentlich weniger Arbeit erfordern, als die früheren, die viel über besetzte Gleise führten. Die Abb. 7 und 8 zeigen die Achsbuchskolonne und den Platz zur Behandlung der Achsen und zum Aufbringen der Achsbuchsen.

In gleicher Weise wurden die Abteilungen für Bearbeitung der Kolben, Schieber, Stangen, Gangwerke, Armaturen usw. eingerichtet. Alle Sonderwerkstätten enthalten sämtliche zur Bearbeitung erforderlichen Werkzeugmaschinen, so dafs bei ihnen nur noch die Förderungen der abgebauten Teile vom Lokomotivstand zur Abkocherei, von dieser zum Arbeitsplatz und dann zum Wiederanbaustand in der Lokomotivhalle nötig sind. Es würde zu weit führen, hier auf Einzelheiten einzugehen. Es sei nur noch auf Abb. 9 hingewiesen, die eine Nische in der Schmiede darstellt und zeigt, wie man mit Vorteil selbst in die Schmiede Werkzeugmaschinen versetzen kann. Es ist hier eine Drehbank zum Abdrehen der in der Schmiede angeschuhten Dreieckswellen für Bremsen aufgestellt, sowie eine Bohrmaschine zum Bohren der erforderlichen Löcher. Infolgedessen brauchen auch diese Dreieckswellen nur noch den Weg von der Wagenwerkstatt zur Schmiede und zurück zurückzulegen und belasten nicht mehr die Dreherei.

Durch die Umstellung der Werkzeugmaschinen liefsen sich etwa 60 % der früher erforderlichen Förderarbeiter ersparen.

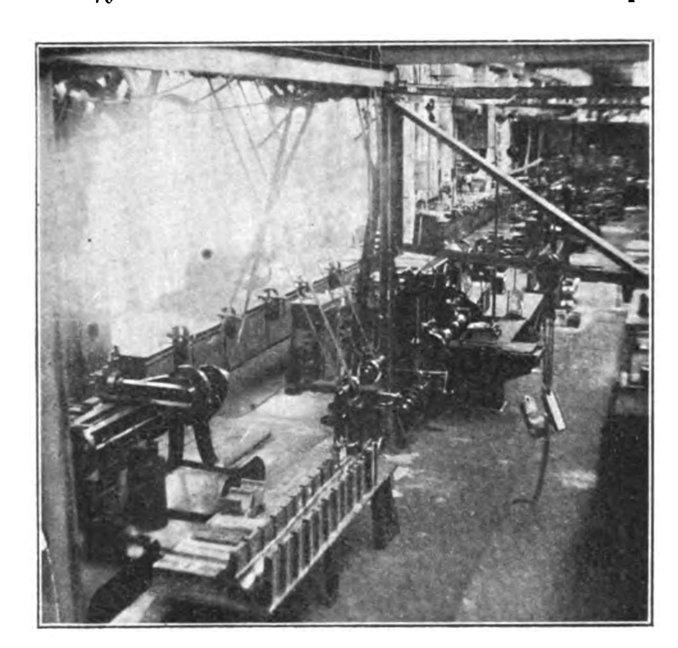


Abb. 7. Achsbuchsabteilung.

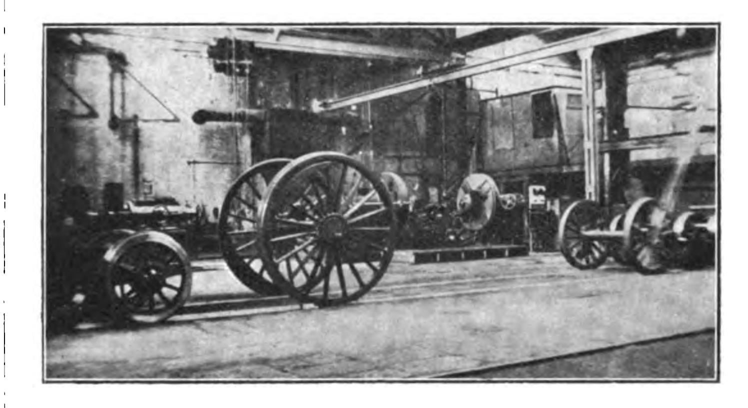


Abb. 8. Aufbringen der Achsbuchsen auf die Achsen.

Die Dreherei, deren Mittelgang früher stets mit Achsen verstellt war und dabei dauernd mit Förderungen der verschiedensten ab- und zugehenden Teile überflutet wurde, die sich ständig kreuzten und hinderten, bietet jetzt die geräumigsten Wege für die Massenteile, die ihr von den Ersatzteillagern zugeführt werden und die über die Abnahmestelle an diese in Sammeltransporten zurückgehen. Alle Maschinen sind so aufgestellt, dafs sie nicht nur mühelos auf Schmalspurgleisen oder mit Hängebahnen zu erreichen sind, sondern auch gut bedient werden können und von allen Seiten zugänglich sind. Genügende Abstellmöglichkeit für die in Reihen den Maschinen zugeführten Teile ist bei jeder derselben vorhanden. Die Lichtverhältnisse sind die besten geworden. Die Abb. 2 läfst dies deutlich erkennen.

Die Umstellung hat auch zur Verbesserung der Arbeitsverfahren beigetragen, so dafs die Leistung von Mensch und Maschine auf ein möglichst hohes Mafs gebracht werden konnte.

Es erscheint zweckmäfsig, wieder das Beispiel der Achsbuchsbearbeitung zu wählen. Es sollen dabei die früheren

Zeiten, in denen man noch Stück für Stück einzeln bearbeitete, bei der Betrachtung unberücksichtigt bleiben und nur die Zeit unmittelbar vor der Umstellung, als auch schon Reihenarbeit und Austauschbau in gewissen Grenzen stattfand, mit dem heutigen Zustand verglichen werden.

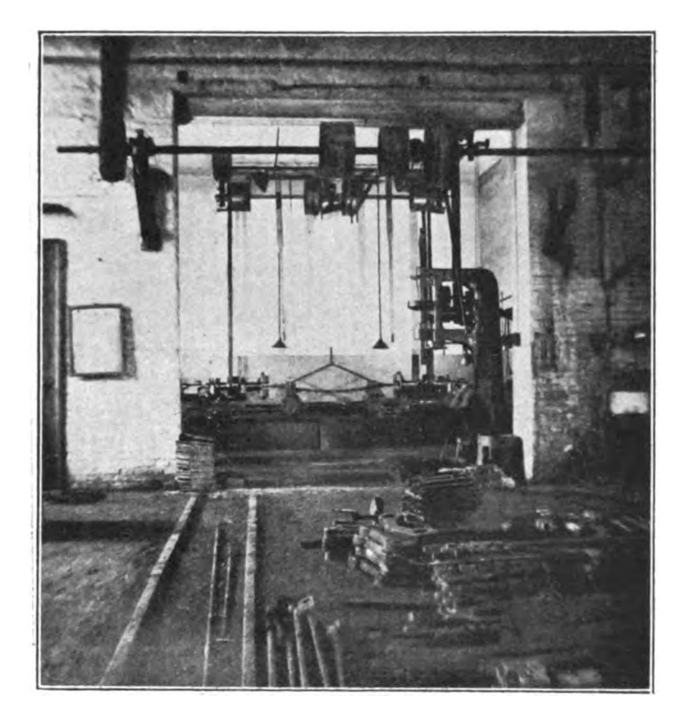


Abb. 9. Drehbank in einer Nische in der Schmiede.

Vor der Umstellung gestaltete sich der Arbeitsvorgang etwa folgendermafsen: Hatte sich eine genügende Anzahl von den Lokomotivständen über die Abkocherei herangekommener Achsbuchsen angesammelt, so wurden sie bei der Achsbuchskolonne in Arbeit genommen und zerlegt; es wurden die Schraubenlöchergewinde nachgeschnitten und die Achsbuchsen soweit vorbereitet, dafs sie in Reihe zum Schweifsen weiter gehen konnten. Inzwischen war etwa von der Dreherei eine andere Reihe von Achslagerschalen bearbeitet eingelaufen. Die Kolonne machte sich jetzt an diese, um sie in entsprechend vorbereitete Achsbuchsen einzuschlagen und für die Ausgiefserei fertigzustellen. Inzwischen waren vielleicht wieder die Achsbuchsen der ersten Reihe vom Schweifser zurückgelangt. Es wurde nun wieder die erste Reihe bearbeitet oder es wurden auch inzwischen für eine dritte die Achsbuchsgleitplatten bearbeitet und befestigt.

Wenn hierbei auch versucht wurde, in die Förderungen eine gewisse Regelmäfsigkeit hereinzubringen, so dafs immer Arbeit vorhanden war, so häuften sich diese doch zeitweilig, während zu anderer Zeit Arbeitsmangel infolge Wartens auf den Schweifser oder die Dreherei eintrat. Um die Arbeiter fortlaufend auszulasten, mufste bald zu einer Verstärkung, bald zu einer Schwächung der Kolonne geschritten werden, indem einzelne Arbeiter zeitweilig in anderen Abteilungen beschäftigt wurden. Eine stets gleichbleibende Auslastung aller Arbeiter und aller Maschinen war nicht zu erreichen. Dies hatte wieder Rückwirkungen auf die Termine der Anbaukolonnen und der übrigen Sonderabteilungen, so dafs ein fortwährendes Ausgleichen zwischen diesen stattfinden mufste, ohne dafs ein Dauerzustand erreicht wurde.

Heute werden die Vorarbeiten des Herausschlagens der Achslager, des Abschraubens der Gleitplatten und des Nachschneidens der Schraubenlöchergewinde bereits in der Abkocherei von dem dortigen Bedienungsmann nebenbei erledigt. Die Achsbuchsgehäuse gehen dann erforderlichenfalls zum Schweifser, der in der Nähe der Achsbuchsabteilung steht, zum Verschweifsen von Schraubenlöchern oder der abgenutzten Teile oder zur Beseitigung abnormaler Abmessungen und kommen dann bereits fertig zur Wiederaufbereitung zur Achsbuchskolonne. Hier werden sie in gleichbleibendem Flusse von den einzelnen Schlossern und Werkhelfern von Hand zu Hand in Arbeit genommen. Jeder ist auf eine besondere Arbeit spezialisiert, auf die er so eingearbeitet ist, dafs ihre Ausführung kürzeste Zeit in Anspruch nimmt. Beispielsweise arbeitet der erste Mann alle Gehäuse auf Mitte, wobei er gleichzeitig die Schweifsstellen bearbeitet. Zwei weitere Leute passen hierauf die Achslager ein. Alsdann legt das Achslager den kürzesten Weg zur Ausgiefserei zurück, wird dort sofort ausgegossen und gelangt jetzt zu dem Anreifser der Ausmefskolonne, der ihr das Stichmafs gibt. Nunmehr schlägt sie der vierte Mann der Achsbuchskolonne in die Achsbuchse ein und befestigt die Achsbuchsgleitplatten, die er inzwischen bearbeitet hat; der fünfte Mann steht an der Fräsmaschine und fräst die Gleitplatten auf das richtige Mafs. Die Achsbuchse gelangt jetzt zu der zwischen Achsbuchskolonne und dem Stand für das Aufpassen der Lager auf die Achse stehenden Achslagerausbohrbank, wird dort fertiggestellt und schliefslich von dem Schlosser in Empfang genommen, der sie auf den Schenkel einer Reserveachse ohne Aufschaben aufbringt, wenn nötig den entstandenen Grat beseitigt und das Stichmafs von Mitte Achswelle nimmt. Damit ist dann der Arbeitsgang erledigt.

Die Arbeit jedes Mannes ist so bemessen, dafs die Achsbuchsen ohne Aufenthalt durch die Kolonne laufen. Zwischen den einzelnen Arbeitsständen sind Brücken zum Weiterschieben der Arbeitsstücke oder Hängebahnen eingerichtet, so dafs jeder Arbeiter seinem Nachfolger die Arbeit ohne Mühe und Zeitverlust zuschieben kann.

Da die übrigen Abteilungen genau ebenso organisiert sind und alle auf eine bestimmte Belastung des Werkes abgestimmt sind, entstehen nirgends Stockungen oder Schwankungen in der Belastung. Die Unterschiede im Arbeitsanfall, die beim Eingang der Lokomotiven mit verschiedenen Ausbesserungszeiten (allgemeine Ausbesserung, innere und äufsere Untersuchung) oder durch dringende Anforderungen der Bahnbetriebswerke entstehen, werden dadurch ausgeglichen, dafs ein genügender Vorrat von Ersatz- und Austauschteilen gehalten oder aber auf das Ersatzteillager zurückgegriffen wird.

Durch die Aufteilung der ehemaligen Dreherei ist demnach in Verbindung mit der Verbesserung der Arbeitsverfahren jedenfalls die erste der am Anfang dieses Aufsatzes aufgestellten Bedingungen erreicht: Durch Ausschaltung aller unwirtschaftlichen Wege, Arbeiten und Griffe, die Leistung der Arbeiter und Maschinen nach Möglichkeit zu steigern. Die zweite Forderung, durch Normung und Massenarbeit die Wiederherstellungskosten der Lokomotiven und Wagen auf ein Mindestmafs zu bringen, kann erst im Laufe der Zeit erzielt werden. Zur Zeit werden nämlich noch die Ersparnisse, die durch Reihenarbeit in den Sonderabteilungen gemacht werden, durch Mehraufwand in den Richtabteilungen teilweise wieder aufgezehrt. Es ist allgemein bekannt, dafs sich, abgesehen von den neuesten Fahrzeugen der Reichsbahn, selten solche finden, die bis in alle Einzelheiten gleich sind. Besonders bei den älteren Lokomotiven findet man grofse Verschiedenheiten sogar innerhalb einer Type. Selbst wenn man von der Verwendung genormter Zubehörteile absieht, da die Normung erst allmählich durchgeführt werden kann und zunächst erst einmal eine gröfsere Anzahl verschiedenster Ersatzteile auf Vorrat hält, die man allmählich gleich gestaltet hat, so mufs man doch fast bei jeder Lokomotive noch Änderungen treffen, damit diese nach Zeichnung einheitlich wiederhergestellten Ersatzteile passen und bei der nächsten Ausbesserung alsdann ohne Nacharbeit an-

gebaut werden können. Es wird deshalb erforderlich, Wagen, Kessel und Maschinen jeder Lokomotive einmal genau durchzumessen und alle Abweichungen, die innerhalb der Lokomotivtype auftauchen, zu beseitigen. Der Austauschbau findet also einstweilen noch mancherlei Hemmungen.

Sind erst einmal alle Lokomotiven gründlich durchgearbeitet, so ist zu hoffen, dafs auch in dieser Beziehung die neue Organisation voll zur Wirkung kommt. Immerhin ist bereits heute der Erfolg zu buchen, dafs die Ausbesserung der Lokomotiven trotz stark verminderter Arbeiterzahl bei allgemeiner Ausbesserung nur noch etwa die Hälfte der Zeit, bei innerer Untersuchung infolge Verwendung von Ersatzkesseln nur noch ein Drittel bis ein Viertel der Zeit wie vor einem Jahre beansprucht.

## Wirtschaftliche Arbeitsverfahren im Lokomotivausbesserungswerk Schwerte.

Von J. Franke, Abteilungsleiter im E. A. W. Schwerte.

Hierzu Tafel 26.

Die Verringerung der Zahl der den einzelnen Eisenbahnwerkstätten zur Unterhaltung zugewiesenen Lokomotivgattungen, die Normalisierung der Einzelteile und der Austausch und Vorratsbau wirken sich dahin aus, dafs von einem bestimmten Teil der Lokomotive eine erheblich gröfsere Anzahl als bisher in einem Arbeitsauftrag herzustellen ist. Dieser grofse arbeitstechnische Vorteil kann nur dann voll ausgenutzt werden, wenn die Reihen- und Massenherstellung entsprechend durchgebildet ist, das Arbeitsverfahren genau untersucht und festgelegt ist, die geeigneten Werkzeugmaschinen vorhanden sind und namentlich praktische Vorrichtungen und Werkzeuge für die Bearbeitung zur Verfügung stehen. In welcher Weise diesen Anforderungen einer neuzeitlichen wirtschaftlichen Betriebsführung im Eisenbahnausbesserungswerk Schwerte entsprochen wurde, soll im folgenden in einigen Beispielen an Hand der Merkblätter, wie sie für eine Reihe von Arbeitsgegenständen zur Festlegung des Arbeitsganges und der zu verwendenden Werkzeuge und Einrichtungen aufgestellt wurden, gezeigt werden.

Abb. 1, Taf. 26 zeigt ein Merkblatt über die Fertigung der Schraubenstellkeile für Stangenlager. Früher wurden die Keile einzeln nach Bedarf geschmiedet, vorgezeichnet, allseitig behobelt, angekörnt, gebohrt und zuletzt mit Gewinde versehen. Nach der neuen Arbeitsweise wird ein Rohblock von etwa 2 m Länge auf der Fräsmaschine mit einem Sonderfräser in zwei Arbeitsgängen mafsgerecht gefräst. Danach wird der Stab auf einer Fräsmaschine der Länge nach in einem Schnitt schräg gespaltet. Die Stäbe werden hierauf mit der Kreissäge entsprechend der Dicke der Schraubenstellkeile zerteilt. Die einzelnen Keile werden in ein besonderes Spannfutter der Revolverdrehbank eingespannt, hier gebohrt, versenkt und mit Gewinde versehen. Um das Zurückdrehen des Gewindebohrers zu vermeiden, wird der Keil nach dem Einschneiden des Gewindes mit dem Gewindebohrer herausgenommen. Zur Erzielung genauer Stärke in Übereinstimmung mit der Stangenschlofsstärke werden die Keile zuletzt auf einer Planschleifmaschine leicht nachgeschliffen. Die Spannvorrichtung, Arbeitsfolge 2, und das Spannfutter, Arbeitsfolge 4, sind so gebaut, dafs sie unter Verwendung entsprechender Beilagen für alle Keilsorten Verwendung finden können. Textabb. 1 zeigt das Durchsägen eines Blockes auf der Fräsmaschine.

Auf Abb. 2, Taf. 26 ist die Fertigung der Achslagerstellkeile für Lokomotiven mit Barrenrahmen dargestellt. Hier wird ebenfalls ein Rohstab von etwa 3 m Länge in zwei Schnitten auf vier Seiten entsprechend dem Querschnitt der Stellkeile gefräst; sodann wird er in Stücke von der Länge der Keile auf der Kreissäge geteilt. Um die keilförmige Ausfräsung herzustellen, werden die Stücke hintereinander unter Verwendung von Unterlagkeilen auf den Fräsmaschinentisch gespannt und die Keilschrägen in zwei Schnitten gefräst. In den Arbeitsgängen 4 und 5 werden die Aussparungen für die Stellkeilschrauben ausgearbeitet. Arbeitsgang 6 zeigt das Bohren der Ölrohraussparung. Im Arbeitsgang 7 werden bei mehreren hintereinander gespannten Keilen die seitlichen Ausfräsungen in einem Arbeitsgang gefräst. Textabb. 2 zeigt das Ausfräsen der Keilschrägen auf der Fräsmaschine.

In ähnlicher Weise werden auch die Achslagerführungen, Stofspuffergleitplatten, Schwingensteine und dergl. aus rohen Stangen gefertigt.

Die Fertigung der Achslagergleitplatten geht aus Abb. 3, Taf. 26 hervor. Zunächst werden die roh gegossenen Platten zu mehreren Stücken nebeneinander auf einer Planschleifmaschine

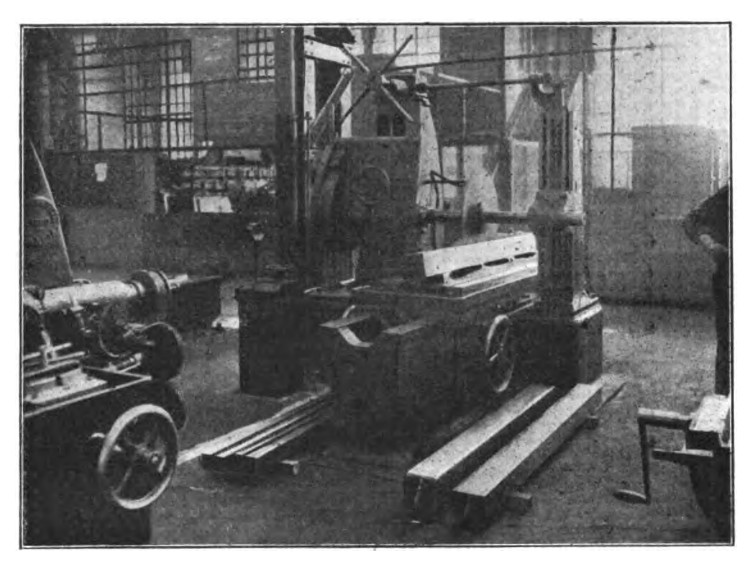


Abb. 1. Durchsägen eines Blockes zur Fertigung der Schraubenstellkeile.

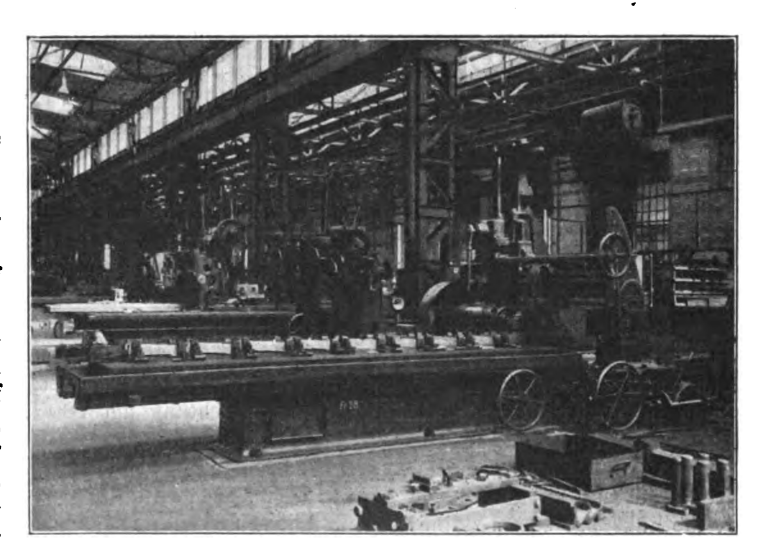


Abb. 2. Fräsen der Achslagerstellkeile.

an den Kopfseiten auf Mafs geschliffen. Im Arbeitsgang 2 erfolgt das Abschleifen der Rücken- und Rippenflächen. Die so vorgearbeiteten Stücke werden zu 48 Stück hintereinander auf die Fräsmaschine gespannt, wo gleichzeitig auf beiden Seiten die seitlichen Einfräsungen sowie die Knaggenflächen

bearbeitet werden. Dann erfolgt das Bohren unter Verwendung einer Bohrlehre und das Versenken der Löcher. Nach dem Aufschrauben der Gleitplatten auf die Achslagerkästen müssen die Gleitflächen auf Pafsmafs gefräst werden. Um die vorgeschriebene obere und untere Verbreiterung der Gleitflächen leicht herstellen zu können, sind drei kippbare Spannvorrichtungen in Benutzung. Zunächst wird die gerade Ausfräsung hergestellt. Sodann wird die Kippvorrichtung einmal nach der einen und später nach der anderen Seite schräg gestellt und die obere und untere Schrägung ausgefräst. Das Ausfräsen der Gleitflächen auf Pafsmafs unter Verwendung der kippbaren Spannvorrichtungen ist aus Textabb. 3 ersichtlich.

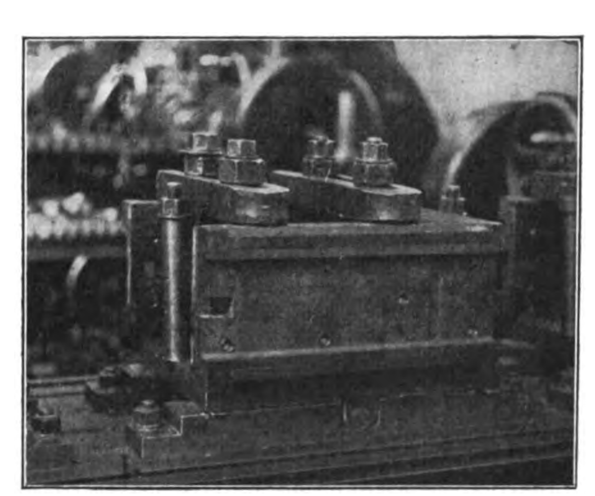


Abb. 3. Kippbare Spannvorrichtung für Achslagerkasten.

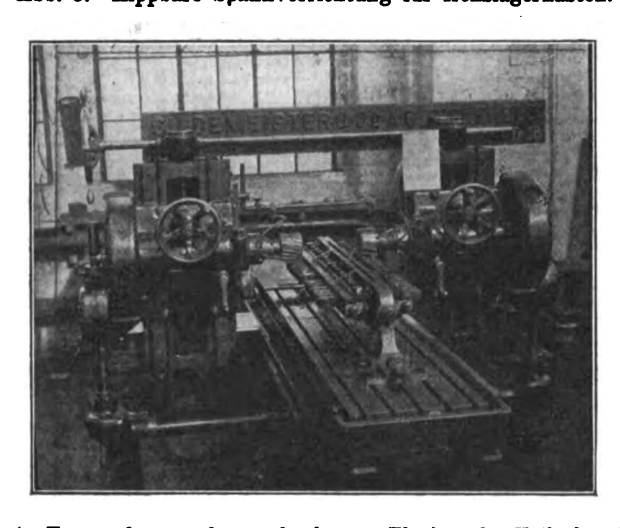


Abb. 4. Fräsen der geraden und schrägen Flächen der Keilschrauben.

Abb. 4, Taf. 26 zeigt die Fertigung der Achslagerstellkeilschrauben. Die vorgeschmiedeten Stücke werden zu 48 Stück gleichzeitig mittels zweier Formfräser auf einer Seite gefräst. Nach diesem Arbeitsgang wird die Spannvorrichtung um 180° gedreht, um die Stücke auf der anderen Seite bearbeiten zu können. Danach werden die Arbeitsstücke umgespannt und die Keilfläche und gerade Fläche gefräst. Zunächst wird die eine Reihe links mit einem zylindrischen, die rechte Seite mit einem kegeligen Fräser bearbeitet. Die Spannvorrichtung wird dann wiederum um 180° geschwenkt und die andere Seite der Werkstücke gefräst. Unter Verwendung eines Zweibackenfutters, in das der bearbeitete Kopf genau pafst, wird dann auf der Revolverdrehbank der Schaft gedreht und mit Gewinde versehen. Textabb. 4 zeigt das Fräsen der geraden und schrägen Flächen der Keilschrauben nebst der zugehörigen Spannvorrichtung.

Die Reihenfertigung der Schieberstellmuttern ist aus Abb. 5, Taf. 26 ersichtlich. Die Rohlinge werden in der Schmiede durch Pressen hergestellt und dann zunächst auf der Revolverbank gedreht und mit Gewinde versehen. Danach werden sie auf eine fünfspindelige Spannvorrichtung zu 100 Stück aufgespannt, in 8 Arbeitsgängen werden die Zähne für die Sicherung mittels besonderer Formfräser eingefräst. Das Einbohren der acht Schlüssellöcher geschieht mit Hilfe eines achtspindeligen Bohrkopfes und einer Bohrlehre. Unter der Bohrlehre befindet sich ein Schlitten mit zwei Aussparungen für die zu bohrenden Muttern. Während des Bohrens erfolgt das Herausnehmen und Einspannen der Muttern. Abb. 5 zeigt das Fräsen der Zähne an 100 Muttern.

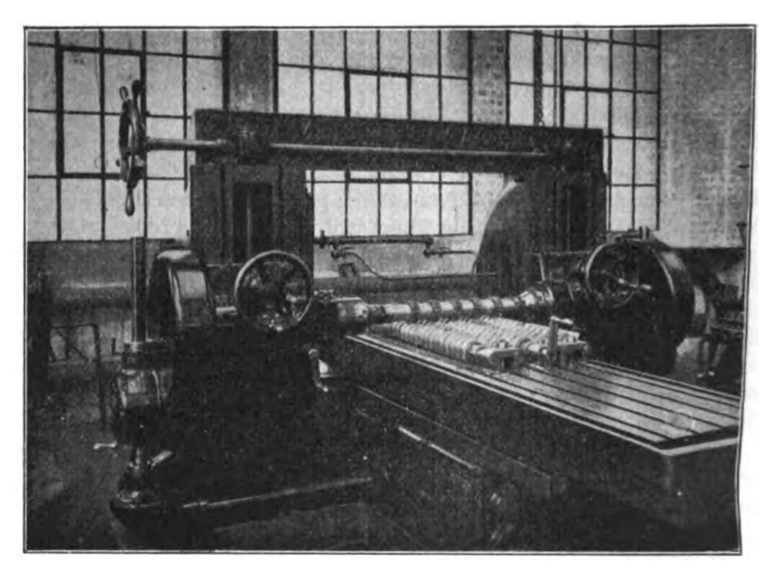


Abb. 5. Fräsen der Zähne an Schieberstellmuttern.

Die Fertigung der Achslagerschalen ist in Abb. 6, Taf. 26 dargestellt. Zunächst werden die zwei Kopfflächen auf der Planschleifmaschine geschliffen. Danach erfolgt das Abschleifen der vier übrigen rechtwinkeligen Flächen auf der gleichen Maschine. Die Bearbeitung der schrägen Flächen geschieht auf der Wagrechtfräsmaschine unter Verwendung von mehreren kippbaren Spannvorrichtungen, die es ermöglichen, bei einmaligem Einspannen der Lagerschalen alle Schrägflächen zu fräsen. Das Nachfräsen der Rundungen wird auf einer Senkrechtfräsmaschine vorgenommen.

Die Abb. 7 bis 10 auf Taf. 26 zeigen noch die Merkblätter über die Reihenfertigung der Führungen und Beilagen für Federspannschrauben, Kesselablafshahngehäuse, Hahngehäuse und Überwurfmuttern für Wasserstandsanzeiger.

Aufser von der gründlichen Ausarbeitung der Verfahren selbst ist eine wirtschaftliche Fertigung in der Hauptsache auch abhängig von der Herstellung guter und brauchbarer Spannvorrichtungen; denn ohne zweckdienliche Einrichtungen ist eine billige Fabrikation nicht denkbar. Der Vorrichtungsbau wird daher in Schwerte auch mit gröfster Sorgfalt betrieben. Die Einrichtungen müssen nicht nur tadellos und genau gearbeitet, sondern auch so beschaffen sein, dafs möglichst viele Stücke gleichzeitig bearbeitet werden können und die Einspannarbeit nur kurze Zeit in Anspruch nimmt. Vorrichtungen zur Aufnahme gröfserer Mengen von Stücken sind schon in den vorhergehenden Abbildungen gezeigt worden, z. B. bei gleichzeitiger Bearbeitung von 48 Achslagergleitplatten, 100 Schieberstellmuttern, 48 Achslagerstellkeilschrauben und dergl. Wo die Verhältnisse es nicht zulassen, gleichzeitig mehrere Arbeitsstücke zu bearbeiten, mufs ganz besonders auf die Schnellspannung Wert gelegt werden. Für solche Arbeiten haben sich Vorrichtungen mit Daumen- und Exzenterhebeln sehr gut bewährt,

wie z. B. bei Abb. 1, Taf. 26 Arbeitsfolge 5, Abb. 3, Taf. 26 Arbeitsfolge 2, Abb. 6, Taf. 26 Arbeitsfolge 1. Solche Schnellspannvorrichtungen können bei den verschiedensten Arbeitsausführungen nutzbringend verwendet werden. Textabb. 6 zeigt

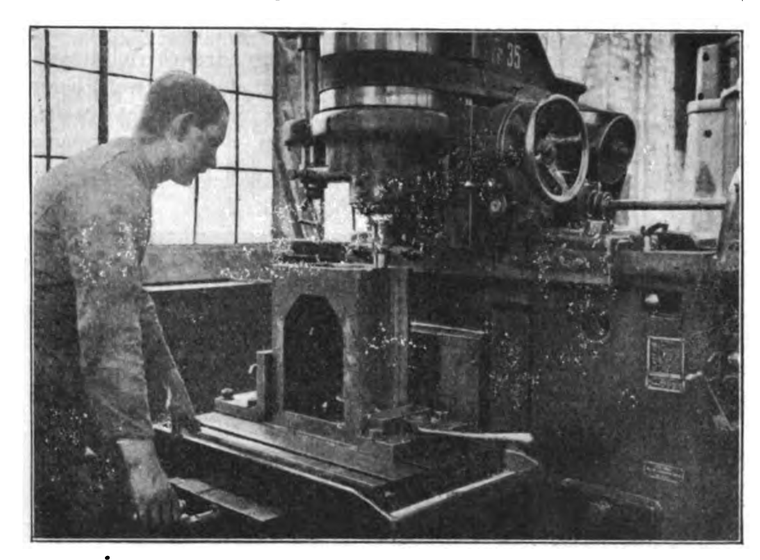


Abb. 6. Schnellspannvorrichtung.

die Anwendungsform einer Spannvorrichtung mit Daumenhebel. Sämtliche erwähnten Vorrichtungen sind im E. A. W. Schwerte entworfen und hergestellt worden.

Dafs bei der zweckmäfsigen Reihenfertigung von Lokomotivteilen wesentliche Ersparnisse erzielt werden können, ist selbstverständlich. Textabb. 7 gibt in einigen Beispielen einen Überblick über die Kosten der Lokomotivteile nach früheren Herstellungsverfahren, Reihenfertigungsverfahren, bei Beschaffung von Privatwerken, sowie über die Ersparnisse bei Reihenfertigung. Die Vorteile können um so mehr gesteigert werden, je mehr die auf Reihenfertigung eingearbeiteten Werke auch Arbeiten für andere Ausbesserungswerke mitübernehmen, wie es bereits im E. A. W. Schwerte geschieht.

Auch die Werkzeugmaschinenbedienung mufs so eingeteilt werden, dafs bei voller Maschinenausnutzung möglichst viele von einem Arbeiter bedient werden können. Je gröfser die Menge der gleichzeitig zu bearbeitenden Werkstücke ist und je besser die Spannvorrichtungen sind, um so vorteilhafter läfst sich die mehrfache Zuweisung von Werkzeugmaschinen an einen Arbeiter durchführen.

Textabb. 8 zeigt die Bedienung von drei Fräsmaschinen durch einen Mann beim Fräsen der Achslagerkasten, die nachträglich mit Rotgufsgleitplatten versehen werden müssen. (G 12 und G 8² Lokomotive.) Auf der ersten Maschine werden die oberen und unteren Aussparungen für die Gleitplattenknaggen ausgefräst, auf der zweiten und dritten Maschine werden die Flächen zur Aufnahme der Gleitplatten nachgefräst.

Die Bedienung von drei Hobelmaschinen durch einen Arbeiter ist aus Textabb. 9 ersichtlich. Die beiden rechts stehenden Maschinen sind im Betrieb, während die grofse links eben mit einem Satz von zehn neu herzustellenden Achslagerkasten belegt wird.

Textabb. 10 zeigt die Herstellung der Kolbenringe auf drei Maschinen durch einen Arbeiter. Auf der Drehbank rechts wird die Gufstrommel innen und aufsen auf Mafs gedreht, auf der Drehbank links werden von der vorher gedrehten Trommel die Ringe abgestochen. Ist das vorgedrehte Stück der Trommel aufgearbeitet, so wird sie um ein weiteres Stück innen und aufsen gedreht, während der Arbeiter jetzt auf der anderen Drehbank die Ringe absticht. Auf einer Schleifmaschine mit Magnetaufspanntisch werden die Ringe genau nach Kaliber auf richtige Breite geschliffen. Es sind auch gute Erfahrungen damit gemacht worden, etwa vier und mehr Werkzeugmaschinen zwei Arbeitern gemeinsam zuzuteilen. Wenn sich zeitweilig einer der Arbeiter von der Arbeitsstelle entfernt, brauchen die von ihm bedienten Maschinen nicht stillgesetzt zu werden, sondern der zweite Arbeiter überwacht den Lauf der anderen Maschinen mit.

Auf die Beschaffung arbeitsparender Maschinen mufs besonders Bedacht genommen werden, denn zur wirtschaftlichen Gestaltung des Werkbetriebes gehören auch die zweckdienlichen Arbeitsmaschinen. Auf die wohl meist bekannten Sondermaschinen soll hier nicht näher eingegangen werden. Die folgenden wenigen Beispiele mögen nur zeigen, dafs auch mit verhältnismäfsig geringen Beschaffungskosten eine schätzenswerte Arbeitsersparnis erzielt werden kann.

Wie schon aus den angeführten Arbeitsbeispielen ersichtlich ist, werden die ebenen Rotgufsflächen durchweg auf der Planschleifmaschine bearbeitet. Eine solche Maschine — Diskusschleifmaschine — ist in Textabb. 11 dargestellt. Sie hat zwei Planschleifscheiben mit den dazu gehörigen Spanntischen. Eine gute Staubabsaugung ist zur Vermeidung der Metallstaubbelästigung erforderlich. Die Schleifarbeit kostet

D.R.G. Eisenbahn-Ausbesserungswerk Schwerte-Ruhr D.R.G.

Beispiele über die Vorteile bei der Anwendung neuzeitlicher Arbeitsverfahren.

| Herstellung von | Kosten für ein Stück | M | Pf | Jährliche [illegible] in Stück | Jährliche Ersparnis M. | Pf |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Schieberstangenstellmuttern | Frühere Herstellungskosten | 5 | 35 | 4000 | 12200 | 00 |
| | Jetzige Herstellungkosten | 2 | 30 | | | |
| | Ersparnis | 3 | 05 | | | |
| | Preis bei Fertigbezug | 4 | 50 | | | |
| Stellkeilschrauben | Frühere Herstellungskosten | 5 | 61 | 3600 | 9756 | 00 |
| | Jetzige Herstellungskosten | 2 | 90 | | | |
| | Ersparnis | 2 | 71 | | | |
| | Preis bei Fertigbezug | 4 | 72 | | | |
| Dichtungslinsen | Frühere Herstellungskosten | 1 | 90 | 12000 | 3360 | 00 |
| | Jetzige Herstellungskosten | 1 | 62 | | | |
| | Ersparnis | 0 | 28 | | | |
| | Preis bei Fertigbezug | 1 | 85 | | | |
| Stellkeile für Treib u. Kuppelstangen | Frühere Herstellungskosten | 8 | 98 | 2400 | 11832 | 00 |
| | Jetzige Herstellungskosten | 4 | 05 | | | |
| | Ersparnis | 4 | 93 | | | |
| | Preis bei Fertigbezug | 7 | 90 | | | |
| Achslagerstellkeile | Frühere Herstellungskosten | 20 | 80 | 600 | 5460 | 00 |
| | Jetzige Herstellungskosten | 11 | 70 | | | |
| | Ersparnis | 9 | 10 | | | |
| | Preis bei Fertigbezug | 23 | 50 | | | |
| Achslagergleitplatten | Frühere Herstellungskosten | 20 | 58 | 6000 | 31560 | 00 |
| | Jetzige Herstellungskosten | 15 | 32 | | | |
| | Ersparnis | 5 | 26 | | | |
| | Preis bei Fertigbezug | 31 | 90 | | | |
| Lukenpilze mit eingegossenem Schraubenstift | Frühere Herstellungskosten | 3 | 35 | 12000 | 20280 | 00 |
| | Jetzige Herstellungskosten | 1 | 66 | | | |
| | Ersparnis | 1 | 69 | | | |
| | Preis bei Fertigbezug | 3 | 20 | | | |
| Kreuzkopfgleitschuhe | Frühere Herstellungskosten | 46 | 50 | 1200 | 13320 | 00 |
| | Jetzige Herstellungskosten | 35 | 40 | | | |
| | Ersparnis | 11 | 10 | | | |
| | Preis bei Fertigbezug | 43 | 35 | | | |

Gesamtersparnis 107 768,00 Mark

Abb. 7. Überblick über die Kosten der Lokomotivteile.

teilweise nur $^1/_2$, $^1/_4$ oder gar noch weniger wie die Fräsarbeit. Berücksichtigt man, dafs hier zwei Arbeiter an einer Maschine voll beschäftigt werden können, die Fräsmaschinen mindestens

54*

aber zu je zwei Stück von einem Arbeiter bedient werden und rechnet man nur mit der doppelten Leistung jedes Arbeiters beim Schleifen gegenüber der Fräsarbeit, so zeigt sich, dafs diese Maschine achtmal soviel leistet wie eine Fräsmaschine, während ihr Beschaffungspreis weit unter dem einer Fräsmaschine ist. Hier werden alle ebenen Flächen der Achslager, Stangenlager, Achslager- und Kreuzkopfgleitplatten sowie die abgerundeten Kragen der Stangenlager geschliffen.

Das Blankmachen der Kuppel- und Treibstangen sowie der Gangwerkteile mufste früher von Hand geschehen, wozu dauernd fünf Arbeiter beansprucht wurden, ohne dafs von einer sauberen Arbeit die Rede sein konnte. Nach Beschaffung einer Pendelschleifmaschine mit Lauer-Schmaltz-Motor und Staubabsaugung (Textabb. 12) wird die gesamte aufkommende Arbeit des Blankmachens der Stangen von einem Arbeiter ausgeführt; dabei werden die Maschinenteile jetzt so sauber und blank wie neue Teile.

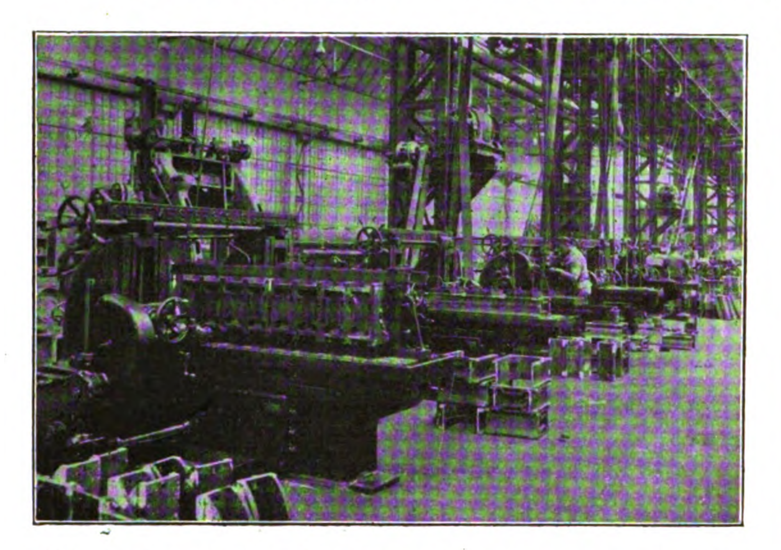


Abb. 8. Fräsen der Achslagerkasten, Bedienung von drei Maschinen durch einen Arbeiter.

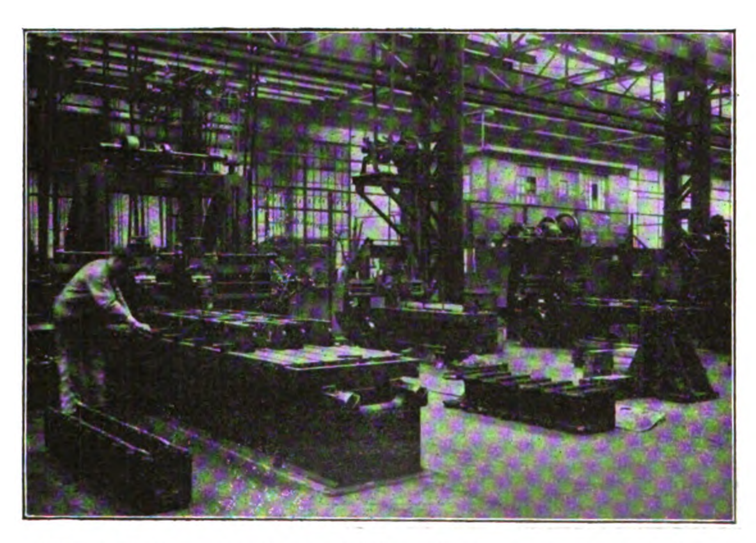


Abb. 9. Bedienung mehrerer Hobelmaschinen durch einen Arbeiter.

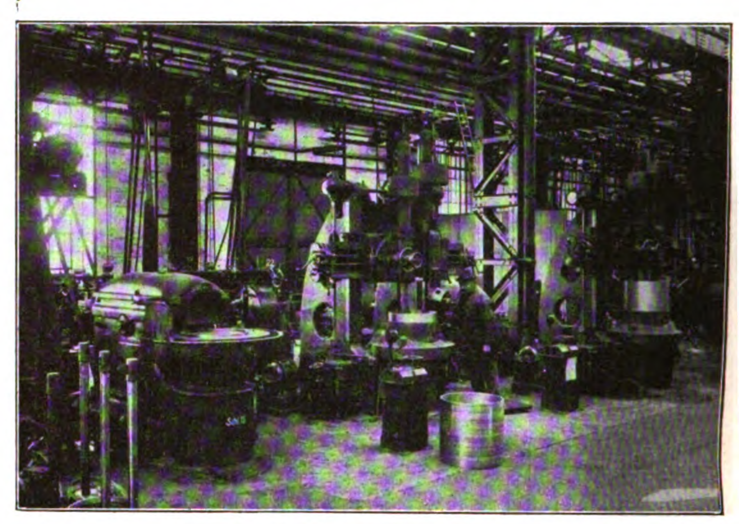


Abb. 10. Fertigung der Kolbenringe auf drei Arbeitsmaschinen.



Abb. 11. Schleifarbeiten auf der Diskusschleifmaschine.

In ähnlicher Weise werden die weniger schweren Eisenteile und die Armaturen bearbeitet. Zu diesem Zweck wurden zwei Scheif- und Poliermaschinen hergestellt, mit denen alle in der Werkstätte vorkommenden Kleinteile, soweit erforderlich blank gemacht werden (Textabb. 13). Die Armaturen werden hier aufserdem hochglanzpoliert. Früher wurden für das Blankmachen der Kleinteile täglich etwa 4 bis 5 Tagewerke aufgewendet, während die ganze Arbeit jetzt bei viel sauberer Ausführung von zwei Mann geleistet wird.

In der nächsten Textabb. 14 ist eine sehr einfache und gut arbeitende Linsendrehvorrichtung dargestellt, die für jede Drehbank leicht hergerichtet werden kann. Zwar bestehen ja viele mehr oder weniger gut arbeitende Linsendrehvorrichtungen; diese ist aber so einfach und zuverlässig, dafs sie wohl jedem Werk, das eine Linsendrehvorrichtung noch nicht besitzt, empfohlen werden kann. Auf das Bett des Längssupportes ist ein drehbarer Stift geschraubt, um den der Kreuzsupport pendelt. Durch richtige Einstellung der Entfernung durch die Gabel mit Skala wird der vorschriftsmäfsige Halbmesser der Linsenfläche erzielt. Wird der Quersupport durch die Spindel bewegt, so wird der Kreuzsupport und mit ihm der Drehstahl in kreisförmige Bewegung versetzt und so die Kugelfläche gedreht. Auch Hohllinsenflächen, z. B. für Stopfbüchsen, lassen sich mit dieser Vorrichtung drehen. Dazu wird der drehbare Stift nur in ein anderes Befestigungsloch geschraubt, so dafs der Kreuzsupport in entgegengesetzter Richtung pendelt.

Dafs vor allen Dingen danach gestrebt werden mufs, beste Arbeit in der fertigen Lokomotive zu liefern, um möglichst hohe Leistungen mit ihr erreichen zu können, ist selbst-

verständlich; denn durch die hohe Betriebsleistung der Lokomotiven von einer Ausbesserung zur andern macht sich erst die Arbeit der Werkstätte voll bezahlt. Wenngleich die Mengenfertigung schon eine gewisse Gewähr für den guten Zustand der Einzelteile bietet, so liegt der Schwerpunkt für einwandfreie Gesamtarbeit doch in der guten Handarbeit und im ordnungsmäfsigen Zusammenbau. Die Mafsnahmen, die zur wirtschaftlichen Gestaltung des Werkbetriebes in der Lokomotivrichthalle, die in Schwerte mit der Dreherei in einer Abteilung zusammengefafst ist, getroffen worden sind, einzel zu erläutern würde zu weit führen. Es sei nur kurz gesagt, dafs die Arbeiten nach Möglichkeit in Sondergruppen ausgeführt, aber auch innerhalb dieser Gruppen den einzelnen Arbeitern wo angängig immer wieder die gleichen Arbeiten zugewiesen werden. Die Sonderung der Arbeitsgebiete und Arbeiten gibt den Meistern und Arbeitern die beste Möglichkeit, sich gründlich einzuarbeiten und nicht allein die Arbeitsgüte, sondern auch die Arbeitsmenge dauernd zu steigern. Je mehr die Arbeiten gesondert, bestimmte Arbeiten also von bestimmten Gruppen und Arbeitern ausgeführt werden, um so leichter ist es auch dem Abteilungsleiter möglich, die Fertigung hinsichtlich der Arbeitsgüte, Wirtschaftlichkeit und Beachtung der Vorschriften durchzuprüfen und in die richtigen Bahnen zu lenken.

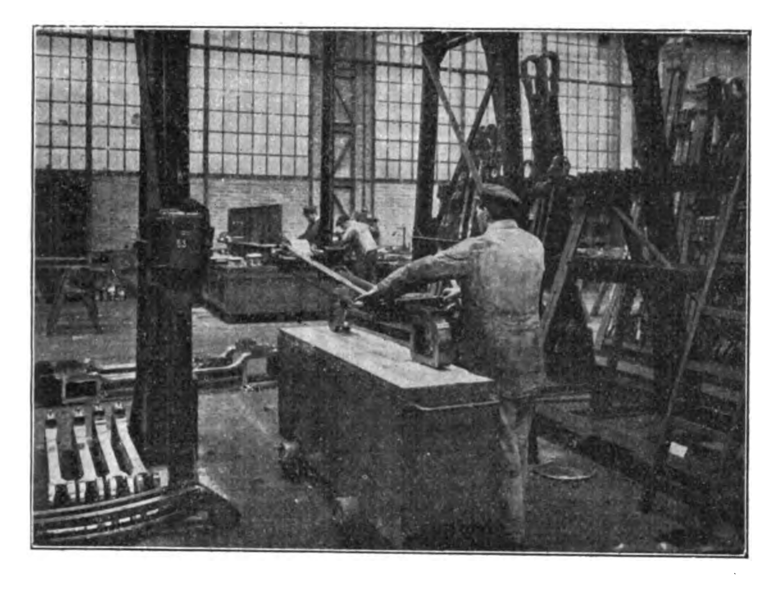


Abb. 12. Blankmachen der Lokomotivteile mit der Pendelschleifmaschine.

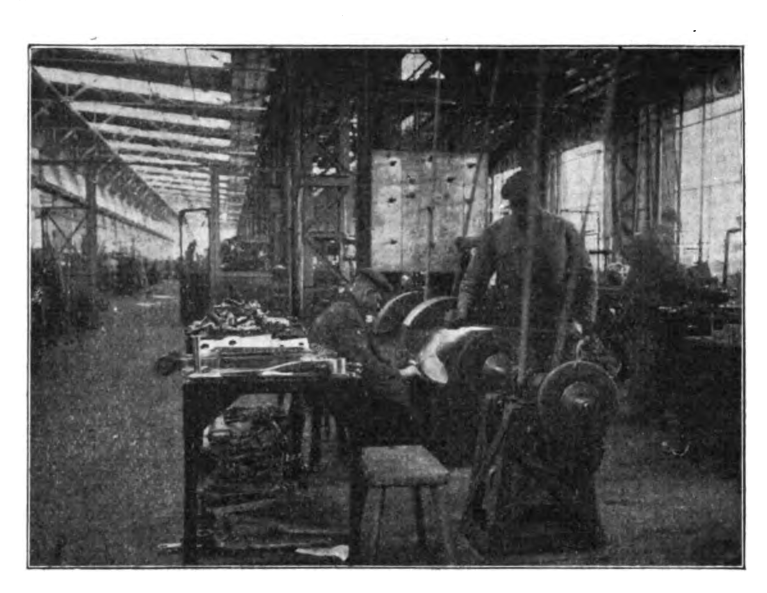


Abb 13. Blankmachen kleiner Eisenteile und Polieren der Armaturen auf Schleif- und Poliermaschinen.

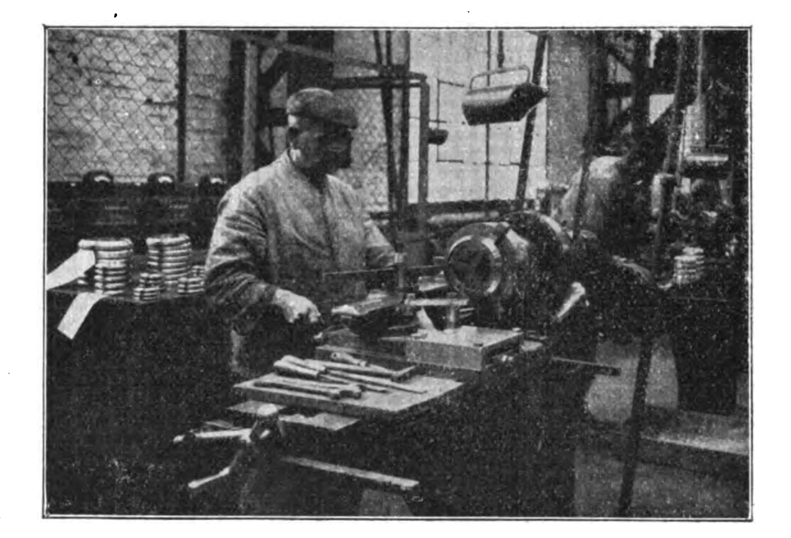


Abb. 14. Drehvorrichtung für Dichtungslinsen.

Die gründliche Durchführung des Arbeitsprüfwesens und die Abnahme der fertigen Lokomotiven durch die Abnahmelokomotivführer, denen man die weitgehendste Unterstützung bei Beanstandungen angedeihen läfst, gibt wohl eine gewisse Gewähr für die fehlerlose Fertigstellung der Lokomotiven; jedoch werden alle Lokomotiven vor dem Ausgang nach Erledigung aller Nacharbeiten vom Abteilungsleiter oder dessen Vertreter nachgesehen, Stichproben einzelner Arbeiten vorgenommen und dann erst darf die Lokomotive auslaufen. Diese Mafsnahme hat sich als durchaus erzieherisch erwiesen. Aber hiermit ist die fertige Lokomotive für das Werk noch nicht abgetan. Über jede Ausbesserung wird vom Betriebe nach einer gewissen Zeit Erkundigung über die Bewährung eingeholt. Die etwa noch eingehenden selbst geringsten Beanstandungen werden derart verwertet, dafs gleiche Mängel bei später ausgehenden Lokomotiven sicher verhütet werden. Nur auf diese Weise ist es dem Werk möglich, Mängel zu erfahren und für die Folge auszumerzen, die sonst gar nicht bekannt würden.

Zur Förderung hochwertiger und billiger Arbeit mufs man sich auch die Mithilfe der Arbeiter sichern. Wer sich der Mühe unterzieht, auf die Arbeiter in dieser Beziehung einzuwirken, wird finden, dafs sich hier ein dankbares Arbeitsfeld bietet und der Arbeiter sich mehr für seine Arbeiten interessiert, als oft angenommen wird. Sieht er, dafs seine Arbeiten von fachkundigen Vorgesetzten beachtet und seine Leistungen entsprechend bewertet werden, so sucht er nach Möglichkeit den Anforderungen voll und ganz nachzukommen und findet auch Freude an seinen Arbeitsausführungen. Bei solcher Gelegenheit erfährt man auch oft anerkennenswerte Vorschläge für Arbeitserleichterungen und wirtschaftliche Verbesserungen.

Die wirtschaftliche Betriebsführung mufs sich zu guterletzt in der Menge der gelieferten, tadellos ausgebesserten Lokomotiven auswirken. Eine zuverlässige Statistik über die gefertigten Lokomotiven nach Art der Ausbesserung und die Ausbesserungsdauer bietet eine gute Übersicht über die Erfolge des Werkes und ist zur dauernden Unterrichtung über den Stand der Wirtschaftlichkeit unerläfslich.

In Textabb. 15 sind in Schaulinien oben die erzielten Durchschnittsfristen und unten die Anzahl der Lokomotiven nach den verschiedenen Ausbesserungsarten für zwei Jahre monatlich dargestellt. Die Fristkurven zeigen deutlich einen recht günstigen Abfall besonders in den letzten Monaten. Wenn auch aus den unteren Kurven eine allgemeine Leistungssteigerung schon zu ersehen ist, so geben diese doch wegen der vielen verschiedenen Ausbesserungsarten kein klares einwandfreies Bild. Bewertet man aber die einzelnen Ausbesserungen nach einer Einheit z. B. eine innere Untersuchung = 1, äufsere Untersuchung = 0,85, allgemeine Hauptausbesserung = 0,65, Zwischenausbesserung über

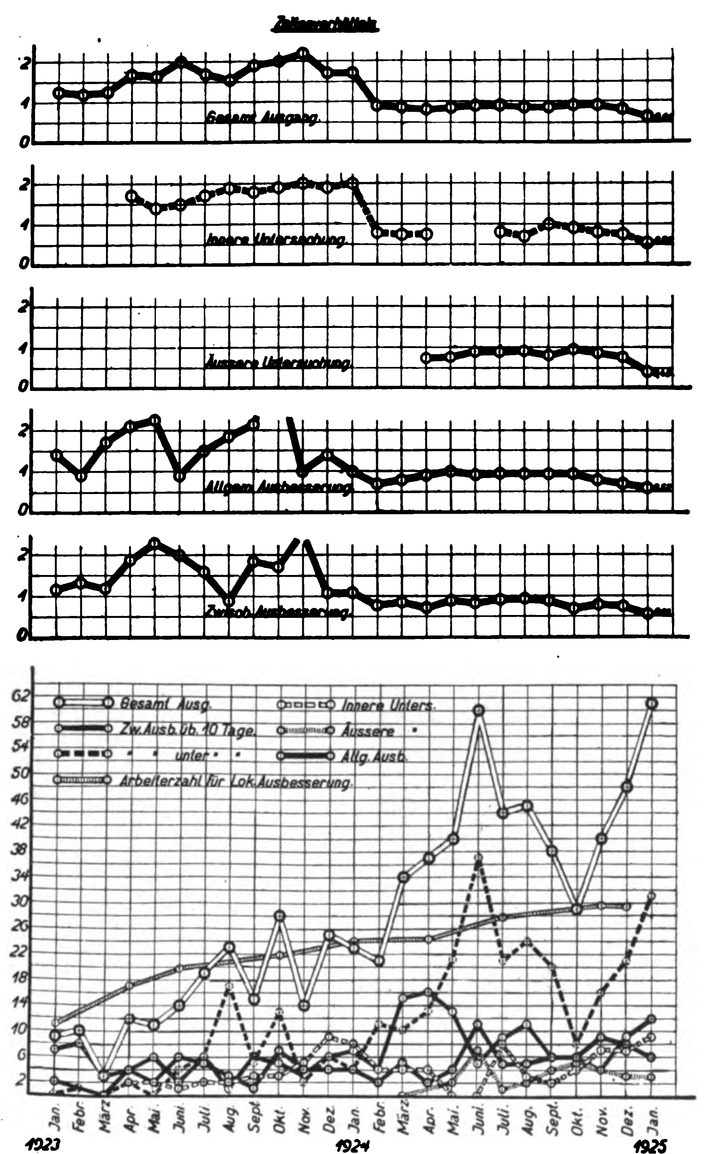
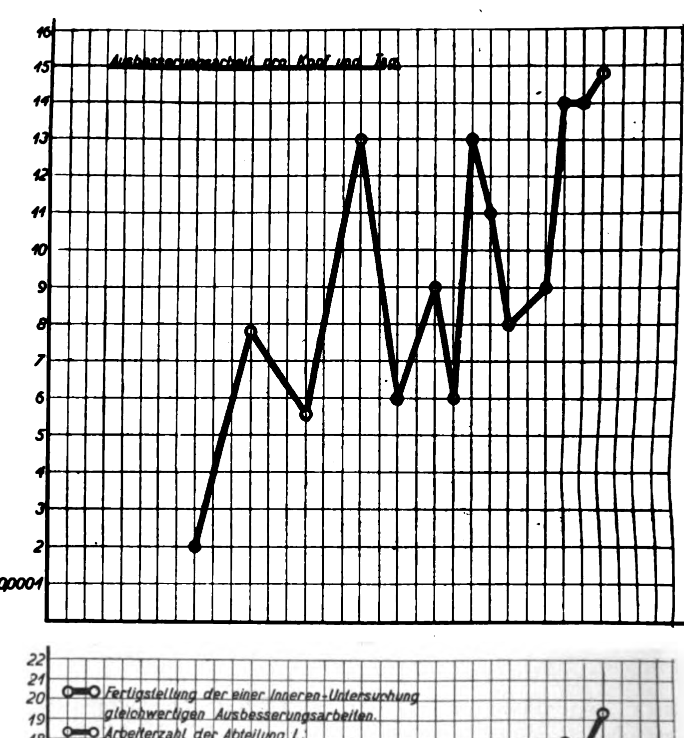



Abb. 15. Statistik über Lokomotivausgang und Ausbesserungsdauerverhältnis.

10 Tage = 0,2 und Zwischenausbesserung unter 10 Tage = 0,05 und addiert die so gefundenen Zahlen, so ergibt sich eine Kurve der gelieferten Lokomotiven nach Einheitsleistung (Textabb. 16 unten). Es soll nicht gesagt sein, dafs die genannte Bewertung stets durchaus richtig ist; denn die Ausbesserung ist z. B. bei der einen allgemeinen Hauptausbesserung gröfser oder kleiner als bei der anderen; aber die Unterschiede gleichen sich doch einigermafsen aus. Dieser Weg gibt die Möglichkeit, wenigstens annähernd die Leistungsschwankungen darzustellen und vor allem dem Leiter einer Werkabteilung vor Augen zu führen, ob sich die Leistungen in auf- oder absteigender Linie bewegen. Will man auch die Leistung des einzelnen Arbeiters pro Arbeitstag erkennen, so müssen die Monatsleistungen durch die Anzahl der Arbeiter im Monatsdurchschnitt und durch die Arbeitstage dividiert werden. Die hieraus errechnete Leistung pro Kopf und Tag zeigt die obere Kurve. Die Schwankungen zwischen den einzelnen Monaten sind die Folge davon, dafs oft fast fertige Lokomotiven in den ersten Tagen des nächsten Monats ausgehen und umgekehrt. Unverkennbar ist eine recht gute Leistungssteigerung insgesamt, sowie auch der Leistung des einzelnen Arbeiters auf den Arbeitstag bezogen.

Zum Schlufs soll nochmals hervorgehoben werden, dafs die geschilderten Verfahren und Einrichtungen nur als Beispiel



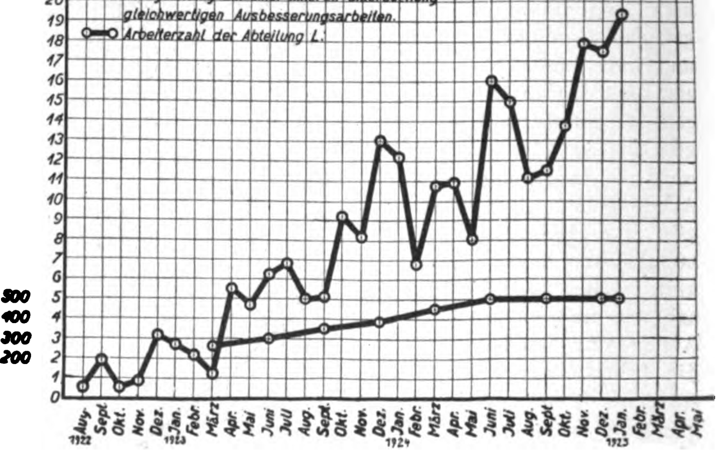



Abb. 16. Statistik über Leistung nach Einheit und Leistung der Belegschaft bezogen auf einen Arbeiter und Tag.

für die Hebung der Wirtschaftlichkeit gelten sollen und auch nur ein Teil der in Schwerte bereits eingeführten Fortschritte gezeigt werden konnte. Bei kritischer Beurteilung meiner Ausführungen mufs berücksichtigt werden, dafs das Werk Schwerte sich noch im Anfang des Aufbaues befindet und zu einer Zeit in Betrieb genommen wurde, wo die politischen und wirtschaftlichen Verhältnisse äufserst ungünstig waren und sich bei einem neu in Betrieb genommenen Werke besonders nachteilig auswirken mufsten, zumal auch ein Stamm geübter Werkstättenarbeiter nicht zur Verfügung stand, die Belegschaft vielmehr auf die Instandsetzung der Lokomotiven nach und nach eingearbeitet werden mufste.

# Der Vorrats- und Austauschbau in der Lokomotivausbesserung.

Von Reichsbahnrat **Ebert**, Nürnberg.

Die Technik der Lokomotivausbesserung hat sich in den Nachkriegsjahren infolge der Durchführung der Grundsätze der wissenschaftlichen Betriebsführung im allgemeinen und durch die Einführung von Vorrats- und Austauschbau im besonderen beinahe umstürzend geändert oder ist vielmehr noch in voller Umbildung begriffen. Auf die Frage, worin denn das Wesen des Vorrats- und Austauschbaues bei der Lokomotivausbesserung bestehe, folgt meist die Antwort, dafs an Stelle der abgebauten ausbesserungsbedürftigen Lokomotivteile, deren Instandsetzung in den Zubringerwerkstätten eine gewisse Zeit beanspruche, halb oder ganz vorgearbeitete Vorratsteile zum Wiederaufbau der Lokomotiven verwendet würden, während die ursprünglichen inzwischen instandgesetzten Teile einer folgenden Lokomotive anzubauen seien, so dafs als Folge dieses Verfahrens die Ausbesserungszeit für das Fahrzeug wesentlich verkürzt würde, Stände frei würden und die Ausbringung der Werkstätte an ausgebesserten Fahrzeugen sich vergröfsere. Wenn also Vorrats- und Austauschbau eingerichtet werden soll, so sei als erste Mafsnahme die Beschaffung einer ausreichend grofsen Zahl von Vorratstücken notwendig. Häufig kommt als Nachsatz zu solcher Erklärung die Äufserung von Bedenken darüber, ob sich der Geldaufwand für die Beschaffung von Vorratstücken gegenüber dem Gewinn an Ausbesserungszeit überhaupt lohne. Eine solche Auffassung von Vorrats- und Austauschbau ist nur teilweise richtig: Begriff und Wesen, Ziele, Grenzen und Auswirkungen des Vorrats- und Austauschbaues in der Lokomotivausbesserung sind damit durchaus nicht erfafst.

Der Begriff Vorrats- und Austauschbau selbst ist nicht scharf zu umschreiben, da zwei verschiedene Begriffe, nämlich Vorratsbau und Austauschbau, in ein Wortbild zusammengezogen sind. Das Merkbuch über Gedingeverfahren in den Werkstätten legt die Begriffe wie folgt fest: Der Austauschbau in seiner strengsten Form verlangt die Möglichkeit der Verwendung eines ganz fertigen Bauteils an einem beliebigen Fahrzeug. Der Vorratsbau ist gekennzeichnet durch Vorrätighaltung von meist nicht ganz fertigen Bauteilen, die nach geringer Bearbeitung anbaufähig werden. Iltgen*) versteht unter Vorratsteilen diejenigen Teile, die über die Zahl der an der Ausbesserungslokomotive selbst vorhandenen Stücke hinaus vorgearbeitet oder fertig auf Lager gehalten werden müssen, unter Austauschteilen die von den Ausbesserungslokomotiven selbst anfallenden Teile, die von Lokomotive zu Lokomotive ausgetauscht werden Kienzle**) bezeichnet als das Ziel des Austauschbaues die Austauschbarkeit aller Teile oder einzelner Teilgruppen in beliebiger Auswahl und erläutert zugleich, warum man vollkommene Austauschbarkeit nicht immer erzielen kann. Bezeichnenderweise ist bei der neu herstellenden Fertigung meist nur von Austauschbau, nicht von Vorratsbau die Rede, eben deshalb, weil die Frage der Abnutzung, des Ersatzes abgenutzter Teile und der Weiterverwendung abgenutzter Teile für die Neufertigung zurücktritt, während sie Ausbesserungswerke in erster Linie beschäftigt. Der Austauschbau in der Neufertigung zielt darauf ab, örtlich und zeitlich verschieden hergestellte Teile so zu gestalten, dafs sie ohne Nacharbeit in beliebiger Auswahl zu einem Ganzen zusammengebaut werden können. Der Vorratsbau mufs sich damit begnügen, die Teile möglichst weit vorzuarbeiten, so dafs sie nur noch auf die erst am bestimmten Fahrzeug abzunehmenden Mafse zu bringen sind. Die Arbeit in den Ausbesserungswerken ist hinsichtlich der Einzelteile sowohl Neufertigung als auch Ausbesserung, hinsichtlich des gesamten Fahrzeugs teils neuer Aufbau, teils Ausbesserung. Es ist daher berechtigt, wenn in der Fahrzeugausbesserung der kombinierte Begriff Vorrats- und Austauschbau sich herausgebildet hat. Dabei ist es nicht nötig, die Bauteile als Austauschteile und Vorratsteile besonders zu unterscheiden, denn bei der im Gange befindlichen Normung und Typisierung der Lokomotive kann dasselbe Bauteil für eine Lokomotivgattung als ganz fertiges Austauschteil, für eine andere Lokomotivgattung nur als vorgearbeitetes Vorratsteil gelten. Aufserdem ist es belanglos, ob das Bauteil ursprünglich von einer Ausbesserungslokomotive stammt oder ob es als Einzelstück in den Arbeitsgang eingeschoben wurde.

Die Begriffsfestsetzung wird klarer werden, wenn man in das Wesen und die Ziele von Vorrats- und Austauschbau tiefer eindringt. Die Lokomotivausbesserung vollzog sich Jahrzehnte hindurch bis in die letzten Jahre hinein in der Weise, dafs die ausbesserungsbedürftigen Teile abgebaut und in Teilwerkstätten, selten nach Zeichnung, häufiger aber nach Muster instandgesetzt wurden, wobei vielfach Wege zur Lokomotive zum Zwecke des Mafsnehmens und der Formgebung nötig waren. Die Lokomotive erhielt die ihr ursprünglich angebauten Teile, die besonders für sie bearbeitet wurden, wieder, die Teile wurden also individuell behandelt. Da die Herstellung der Teile, insbesondere der des Kessels, einige Zeit beanspruchte, war es nötig, den einzelnen Richthallengruppen mehrere Lokomotiven gleichzeitig, in der Regel drei, zu geben, damit sie ständig Arbeit hatten. Die ersten Fristenpläne bei Einführung des planmäfsigen Fristwesens vor etwa sechs Jahren sahen daher für die Richtrotte meist drei Lokomotiven vor, die sie gleichzeitig in Arbeit hatte. Die Kunst des Fristensetzens bestand darin, die Pläne unter Berücksichtigung der Leistungsfähigkeit der Teilwerkstätten so aufzubauen, dafs die Gruppe gleichmäfsig beschäftigt war, dafs also die Teile für die eine Lokomotive eintrafen, wenn die Arbeit an den anderen Lokomotiven zu Lücken in der Teilanlieferung oder zu Ende führte. Aus den in Abb. 1 dargestellten Fristplänen ist deutlich zu sehen, wie die Beschäftigung der Gruppe gleichmäfsig und zügig zwischen den drei zugeteilten Lokomotiven fortschritt. Die Frist für die innere Untersuchung einer gröfseren Lokomotive betrug unter solchen Umständen durchschnittlich etwa 100 Tage. Mit der Verwendung der Ersatzkessel war es möglich, für die Richtrotte mit zwei gleichzeitig zugeteilten Lokomotiven auszukommen. Die Frist sank dadurch auf 50 bis 60 Tage. Aber hier zeigte sich schon, dafs die Verwendung von Ersatzkesseln insofern noch nicht ausreichte zur weiteren Verkürzung der Ausbesserungszeit, als die Richtrotte oft gezwungen war, eine ihrer beiden Lokomotiven mit ihren gesamten Kräften fertig zu stellen, während auch an der anderen Lokomotive die Weiterarbeit möglich war, oder dafs zwar für die beiden Lokomotiven die Ersatzkessel, aber nur für eine von ihnen die sonstigen Teile vorhanden waren. Die eine der beiden Lokomotiven erhielt also oft unvermeidliche Liegezeit. Die nächste Folgerung der Verwendung von Ersatzkesseln war daher, dafs man der Gruppe nur eine Lokomotive zuteilte, an der sie zügig weiterzuarbeiten hatte, wie z. B. nach Arbeitsplan Abb. 2 mit einer Frist von 22 Arbeitstagen. Notwendig war dabei, dafs der Richtrotte alle Teile rechtzeitig entsprechend dem Arbeitsfortschritt an der Lokomotive zugeführt wurden. Hier setzt nun das Problem des Vorrats- und Austauschbaues ein. Die Forderung lautet, dafs auf Grund eines Arbeitsplanes die zum Aufbau der Lokomotive notwendigen Teile möglichst anbaufertig in bestimmten Zeitpunkten mit Sicherheit bei der Richt-

*) Iltgen, Vorrats- und Austauschbau bei Lokomotiven, Z d J, Eisenbahnwesen 1925.

**) Kienzle, Der Austauschbau und seine praktische Durchführung.

gruppe eingehen und zwar in Zeitpunkten, die nunmehr wesentlich früher liegen als vorher, als die Gruppe noch zwei oder drei Lokomotiven gleichzeitig zu behandeln hatte.

Die Forderung bleibt die gleiche, ob die Lokomotive auf einem Stand von der Richtgruppe und den Sondergruppen behandelt wird, wie es in den durch eine Schiebebühne geteilten Richthallen mit Querständen meist der Fall ist, oder ob die Lokomotive auf Längsständen an den einzelnen Arbeitsgruppen vorbeiwandert. Dafs die Forderung auf verkürzte,

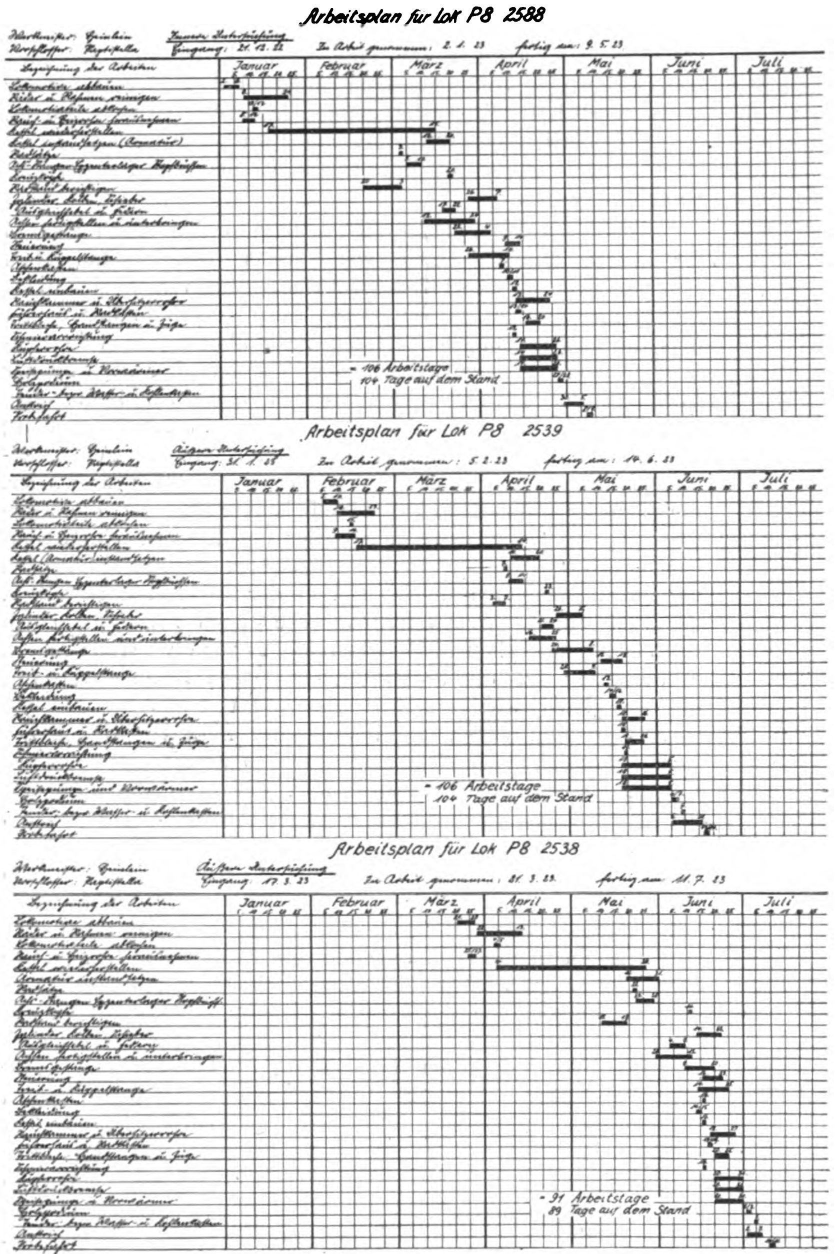



**Abb. 1. Arbeitsplan für die Richtrotte mit 3 Lokomotiven.**

sicher einzuhaltende Fristen der Einzelteilinstandsetzung zum Problem wird, ist nicht verwunderlich, denn die Zubringerwerkstätten fast aller älteren Werke und auch mancher neueren Werke sind zu knapp bemessen, um so mehr für solche neu auftauchenden Anforderungen. Aber auch für das neue Werk wird das gleiche Problem in dem Augenblick auftauchen, da der Arbeitsplan, auf Grund dessen der Grundrifs der Werkstätte entwickelt und die maschinellen Einrichtungen bemessen wurden, abgeändert und die Ausbesserungszeit verkürzt werden soll.

Das Problem erscheint zunächst am einfachsten dadurch zu lösen, dafs Vorrats- und Austauschteile in den Arbeitslauf eingeschoben werden, wenn die Zubringerwerkstätten die gestellten kurzen Fristen für die Einzelteile nicht einzuhalten vermögen. In der Tat läfst sich durch den Einsatz von Vorrats- und Austauschstücken jeder noch so kurz gefristete Arbeitsplan für eine Lokomotivausbesserung durchführen. Je kürzer die Ausbesserungszeit gesetzt wird, um so umfangreicher wird natürlich die Liste der erforderlichen Vorrats- und Austauschstücke. Die Zahl an gleichartigen Stücken läfst sich rechnerisch ermitteln nach der Formel*):

$$Z = \frac{T_2 - T_3}{T_1} \cdot n,$$

wobei $T_1$ die Wiederherstellungszeit der Lokomotive auf dem Stande,

$T_2$ die Wiederherstellungszeit für das betreffende Austauschteil,

$T_3$ die Zeit zwischen Ausbau und Einbau des gleichen Teiles an der Lokomotive,

$n$ die Zahl der besetzten Lokomotivstunde bedeutet.

Sie läfst sich auch ohne Mühe aus den Frist- und Leistungsplänen für die Teilwerkstätten ablesen. In Abb. 3 ist als Beispiel der Fristenplan der Steuerungsmacherei gewählt und zwar für Fälle des unregelmäfsigen und des regelmäfsigen Zulaufs der abgebauten Steuerungen. Es ist daraus zu erkennen, wie durch den Einsatz von Austauschsteuerungen trotz unregelmäfsigen Zulaufs die Steuerungsmacherei gleichmäfsig fortarbeiten und doch, wie oft gefordert, stofsweise liefern kann und wie die Fristen beliebig verkürzt werden können, wenn nur eine entsprechende Zahl von Austauschstücken eingeschoben wird. Hier wird schon der erste Vorteil von Vorrats- und Austauschbau erkenntlich. Die Teilwerkstätten arbeiten gleichmäfsig weiter, unbeeinflufst von den Stöfsen, die infolge ungleichmäfsiger Anlieferung von Lokomotiven und ungleichmäfsiger Fertigstellung der Lokomotiven verschiedener Bauart auftreten, sie arbeiten fabrikmäfsig in Reihenherstellung, die Vorbedingung für die erwünschte fliefsende Fertigung ist gegeben.

Dasselbe Ziel ist aber auch zu erreichen ohne Einsatz von Vorrats- und Austauschstücken nämlich durch Arbeitsumschichtung in den Zubringerwerkstätten in dem Sinn, dafs die von abgebauten Lokomotiven stammenden Bauteile mit solcher Beschleunigung wieder hergestellt werden, dafs sie zur gestellten Frist zum Wiederaufbau der Lokomotive eintreffen. Dabei ist es durchaus nicht nötig, dafs die von einer bestimmten Lokomotive stammenden Teile wieder dahin zurückkehren. Die Teilwerkstätten arbeiten gleichmäfsig in Reihenfertigung dahin und zwar mit solchem Zeitmafs, dafs sie zu den fälligen Zeitpunkten jeweilig das benötigte Bauteil herausbringen. Die verkürzten Lieferzeiten sind dabei zunächst lediglich durch organisatorische Mafsnahmen zu erzielen, also ohne dafs eine bauliche Vergröfserung der Zubringerwerkstätten und ihre reichliche Ausstattung mit Betriebsmitteln höchster Leistung vorzunehmen sind, Mafsnahmen, die erst nach einiger Zeit und mit hohem Geldaufwand durchzuführen wären. Diese organisatorischen Mafsnahmen bestehen eben in der Einführung von Vorrats- und Austauschbau in den Teilwerkstätten, also hinsichtlich der Bauteilelemente. Die Durchforschung der Arbeitsgänge in den Teilwerkstätten

*) Ziem, Ermittlung der Austauschstückmengen bei der Lokomotivausbesserung, Eisenbahnwerk Heft 16/1925.

ergibt, dafs trotz der Vielzahl und Vielgestaltigkeit der auszubessernden Bauteile schliefslich doch nur eine kleine Zahl von immer wiederkehrenden Arbeiten und dabei zu verwendenden Bauelementen auftritt. Diese Bauelemente sind für den Austausch einbaufertig in Vorrat zu halten. Die Ausbesserung von Ausgleichhebeln und Ausgleichhebelträgern, Bremsgestängen, Steuerungen z. B. ist letzten Endes nur ein Ausbüchsen und Bolzen erneuern. Werden also Bolzen und Buchsen einschliefslich ihrer Abnützungsstufen genormt, in ihren Sitzen bestimmt und reihenweise auf Vorrat hergestellt, so vollzieht sich die Arbeit in den Teilwerkstätten im raschen Durchlauf der Teile. Die Arbeit in der Stangenmacherei läfst sich auf wenige Vorgänge zurückführen. Auf Grund von Beobachtung und Wirtschaftsrechnung werden für die Stangenköpfe Abnützungsstufen in möglichst geringer Zahl festgelegt wie beispielsweise in Abb. 4 und hierfür Stellkeile und Lager einbaufertig auf Vorrat gehalten. Überschreitet die Abnutzung ein festgesetztes Mafs, so werden die Stangenköpfe durch elektrisches Aufschweifsen wieder auf ihr ursprüngliches Mafs gebracht. Die ausgebauten abgenützten Lager und Stellkeile werden auf die ihrer Abnutzung am nächsten liegenden Abnutzungsstufen gebracht und zum Vorrat genommen. Auf diese Weise läfst sich die Einpafsarbeit für Lager und Stellkeil ersparen, die etwa 40 % der Gesamtarbeit der Stangenausbesserung beträgt.

Besonders günstig gestaltet sich die Wiederherstellung der Bauteile, wenn Bauteilgruppen gebildet werden, die unabhängig von einer bestimmten Lokomotive erneuert und zusammengepafst werden bis auf einige Anschlufsmafse, die erst beim Anbau an eine bestimmte Lokomotive Radsatzgruppe (Abb. 5) mit Achslagergehäusen, eingepafsten Lagern, vollständigem Federgehänge, Trieb- und Kuppelstangensatz mit ausgegossenen Lagern, fertig zum Einhängen. Eine solche Gruppe ist fertig zum Unterstellen unter die Lokomotive. Voraussetzung ist nur, dafs der Radstand zeichnungsmäfsig berichtigt wurde.

Arbeitsplan für Lokomotive T 16 8353.

Juni | Juli | August

= 22 Arbeitstage

19 Tage auf dem Stand

Abb. 2. Arbeitsplan für die Richtrotte mit einer Lokomotive.

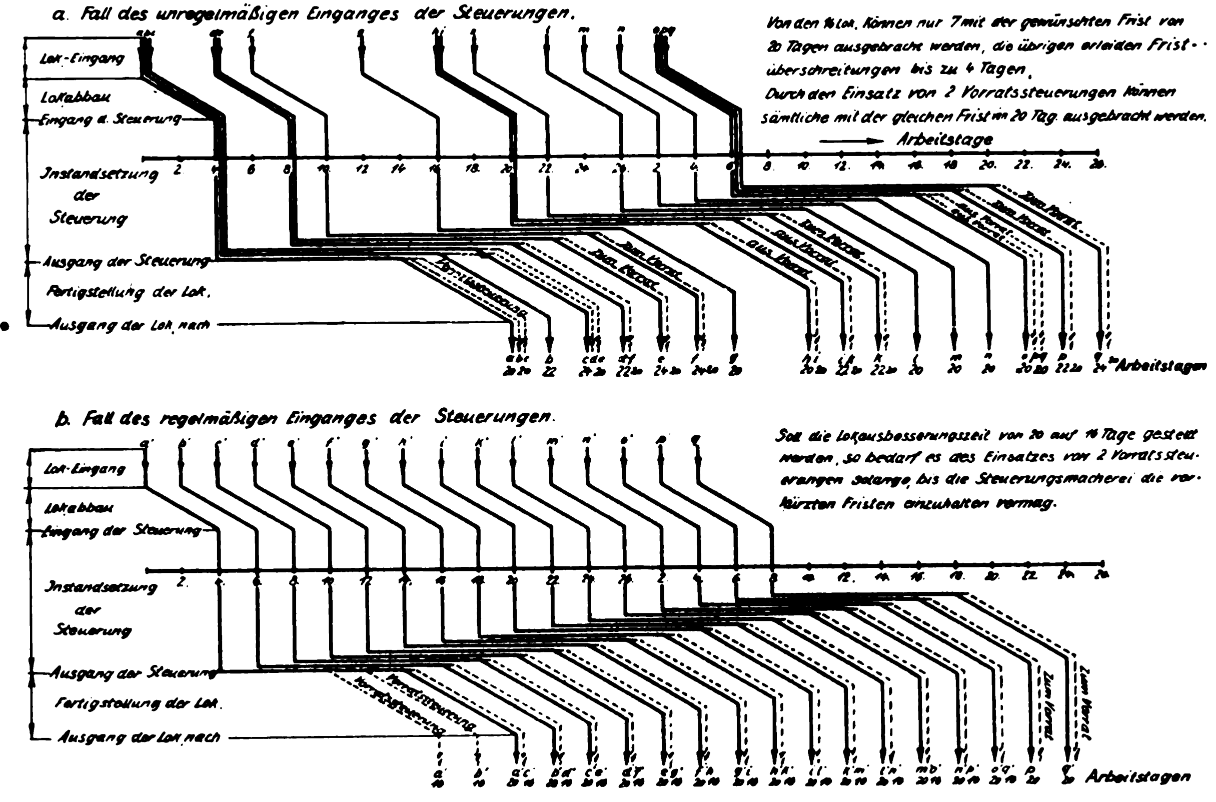



Abb. 3. Frist- und Leistungsplan der Steuerungsmacherei.

genommen werden können. Die Bildung solcher Bauteilgruppen hat den Vorteil, dafs nur für die Endglieder der Gruppe, die am bestimmten Fahrzeug Anschlufs zu nehmen haben, die Mafse frei zu halten sind, während alle anderen Teile fertig gestellt werden können. Solche Bauteilgruppen sind aufser einbaufertigen vollständig ausgerüsteten Ersatzkesseln z. B.:

Kolben mit Stange, vordere und hintere Stopfbüchsen und Kreuzköpfe. An dieser Bauteilgruppe sind beim Einbau lediglich die passenden Kolbenringe zu wählen und Kreuzkopfgleitplatten in Breite und Stärke fertig zu stellen.

Schieberbüchsen, Kolbenschieber, Schieberstangenführung, vollständiges Steuergestänge.

Vollständiges Bremsgestänge mit Aufhängung. Die Einzelteile dieser Bauteilgruppen werden zeichnungsmäfsig nach Ursprungsmafsen oder Abnutzungsstufen reihenweise bearbeitet und wenn nötig von Sonderrotten zu Bauteilgruppen zusammengestellt, die den Aufbaugruppen einbaufertig zugeführt werden. Mit Hilfe solcher Bauteilgruppen wurde im EAW Nürnberg

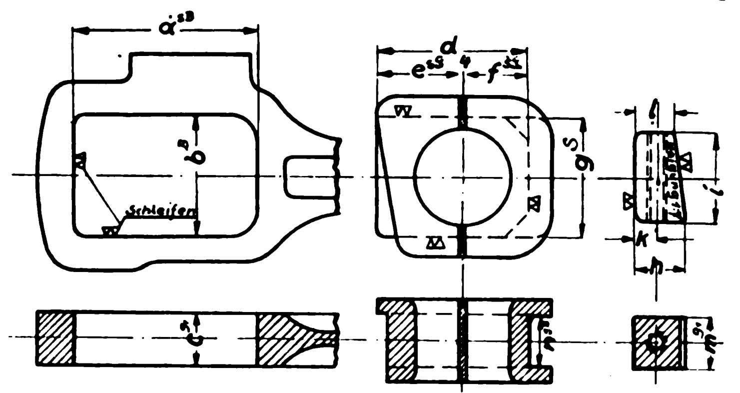



Abb. 4. Kuppelstangenkopf am 3. Radsatz der Lok. G 10. Festlegung der Abnutzungsstufen.

| Abnutzungsstufen Nr. | $a^{sB}$ | $b^{B}$ | $c^{g_1}$ | d | $e^{sG}$ | $f^{sG}$ | $g^{s}$ | h | i | k | l | $m^{g_1}$ | $n^{gB}$ | o |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 300 | 200 | 60 | 250 | 133 | 113 | 200 | 75,5 | 140 | 27,5 | 55,5 | 60 | 60 | |
| 2 | 300,5 | 200,5 | 60 | 250,5 | 133,0 | 113,5 | 200,5 | 75,5 | 140 | 27,5 | 55,5 | 60 | 60 | |
| 3 | 201 | 201 | 60 | 250,5 | 133,0 | 113,5 | 201 | 75,5 | 140 | 27,5 | 55,5 | 60 | 60 | |
| 4 | 301,5 | 201,5 | 60 | 251 | 133,50 | 113,50 | 201,5 | 75,5 | 140 | 27,5 | 55,5 | 60 | 60 | |
| 5 | 302 | 202 | 60 | 251 | 133,50 | 113,50 | 202 | 76,5 | 140 | 28,5 | 56,5 | 60 | 60 | |
| 6 | 302,5 | 202,5 | 60 | 251,5 | 123,5 | 114,0 | 202,5 | 76,5 | 140 | 28,5 | 56,5 | 60 | 60 | |
| 7 | 303 | 203 | 60 | 251,5 | 133,5 | 114,0 | 203 | 76,5 | 140 | 28,5 | 56,5 | 60 | 60 | |
| 8 | 303,5 | 203,5 | 60 | 252 | 134 | 114,0 | 203,5 | 76,5 | 140 | 28,5 | 56,5 | 60 | 60 | |
| Zulässige Abmafse | − 0 + 0,1 | − 0 + 0,045 | − 0,2 + 0 | — | − 0,08 + 0 | − 0,07 + 0 | − + 0,015 | − + 0,5 | − + 1,0 | — | — | − 0,2 + 0 | − 0 + 0,2 | |

Ursprungsmafse sind für den Stangenkopf die Mafse der Abnutzungsstufe Nr. 1, für Lager und Stellkeil die Mafse der Abnutzungsstufe Nr. 8. Der Stangenkopf wird also auf das der gegebenen Abnützung nächstfolgende gröfsere Mafs geschliffen und hierzu passendes Lager und Stellkeil aus dem Vorrat entnommen, während das ursprüngliche Lager und der Stellkeil auf das ihrer Abnutzung nächstliegende niedere Mafs gebracht und zum Vorrat genommen werden. Ist der Stangenkopf abgenutzt bis zu den Mafsen der Stufe Nr. 8, so wird elektrisch aufgeschweifst und auf die Ursprungsmafse geschliffen.

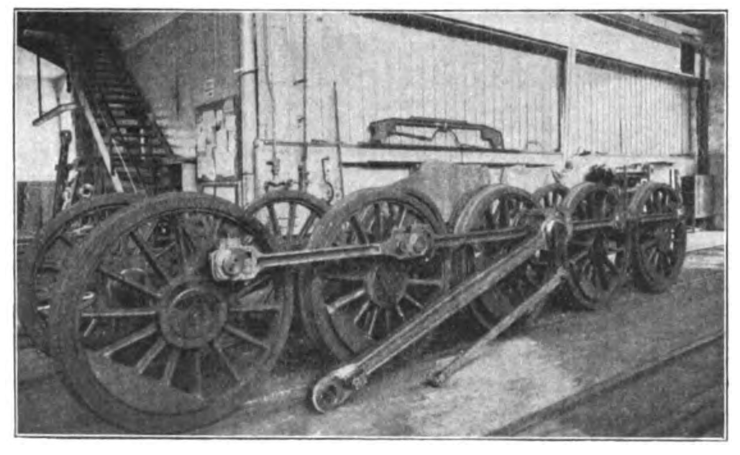


Abb. 5.

eine Hauptausbesserung einer G 10 Lokomotive ohne besondere Mafsnahmen, wie Verstärken der Gruppen, in acht Tagen auf dem Stand und zwei Tagen Nacharbeit mit zwei Indizierfahrten ausgeführt. Aus wirtschaftlichen Gründen, die später dargestellt sind, ist jedoch keineswegs beabsichtigt eine solche Ausbesserungszeit zur Regel zu machen.

Es würde zu weit führen alle die einzelnen Mafsnahmen zu besprechen, die die Reihenfertigung in den Teilwerkstätten auch heute schon trotz der Vielgestaltigkeit der Lokomotivtypen und ihrer Bauteile ermöglichen. Sie sind auch in erschöpfender Weise schon dargestellt worden besonders von Iltgen*). Werkzeichnungen mit Angabe von Bearbeitungsweise, Sitzen bzw. Toleranzen und Abnützungsstufen, Arbeiten nach Lehren, Prüfstände und gute Arbeitsprüfung sind einige von ihnen. Die Angabe der zulässigen oberen oder unteren Abmafse in Zahlen allein nützt auf der Werkzeichnung nicht viel, weil der Arbeiter doch nicht in der Lage ist sie zu messen. Ist dagegen auf der Werkzeichnung der Sitz angegeben, so braucht er lediglich nach der bezeichneten Lehre zu greifen ohne sich um die zahlenmäfsige Gröfse der Toleranz kümmern zu müssen. Vollkommener Austauschbau wird natürlich erst möglich sein, wenn die Vorbedingungen dafür, die Normung und Typisierung der Fahrzeuge durchgeführt sein werden, eine Arbeit, die aber im Hinblick auf den Fortschritt der Technik in ihrem Ende wohl überhaupt nicht abzusehen ist.

Die Grenzen des Verfahrens sind allein durch die Wirtschaftlichkeit gezogen. Es bleibt vor allem zu beachten, dafs es sich nicht darum handelt, kürzeste Zeiten für die Lokomotivausbesserung um jeden Preis oder eine Höchstausbringung um jeden Preis zu erzielen sondern darum, günstigste Ausbesserungszeiten und höchstwirtschaftliche Ausbringung zu erreichen.

Soll mit dem Mittel des Einsatzes von Vorrats- und Austauschteilen die Fristverkürzung erzielt werden, so ist die Frage zu prüfen, bis zu welcher Höhe ein Kapitalaufwand für die Beschaffung der Vorrats- und Austauschteile sich lohnt. Der Ersparnis an Stillstandstagen der Lokomotive steht die Ausgabe für den Zinsendienst dieses Kapitalaufwandes gegenüber. Die Höhe des rentierlichen Kapitalaufwandes für Vorrats- und Austauschteilbeschaffung ist für jedes Werk verschieden und bedarf sorgfältiger Ermittlung. Sie hängt ab von der Leistungsfähigkeit der Zubringerwerkstätten, weil diese für die Zahl der erforderlichen Vorrats- und Austauschteile bestimmend ist. In einfacher Weise läfst sich der günstigste Kapitalaufwand und damit die günstigste Ausbesserungszeit zeichnerisch ermitteln wie es in Abb. 6 dargestellt ist. Die Diskussion dieser Kurven ist ungemein lehrreich. Die Kurven sind erstellt mit Hilfe der in Zusammenstellung 1 ermittelten Zahlenwerte. Bei der Aufstellung der Tabelle erkennt man, dafs die Höhe des Kapitalaufwandes für Vorrats- und Austauschteile, Lehren und Mefsgeräte in erster Linie abhängig ist von der Zahl der benötigten Ersatzkessel. Der Anteil der Kosten für sonstige Vorrats- und Austauschteile sowie für Lehrenbeschaffung tritt erheblich zurück gegenüber den Kosten für Ersatzkessel allein. Die Zahl der Ersatzkessel, die nötig sind um bestimmte Lokomotiv-Ausbesserungszeiten einhalten zu können, ist abhängig von der durchschnittlichen Dauer der Wiederherstellung der Kessel, also von der Leistungsfähigkeit der Kesselschmiede. Für fünf verschiedene Durchschnittskesselausbesserungszeiten (35, 30, 25, 20, 15 Tage) ist der Kapitalaufwand errechnet, der nötig ist um die Hauptausbesserung einer Lokomotive etwa von der Gattung P 8 oder G 10 in 100,

*) Iltgen, Vorrats- und Austauschbau bei Lokomotiven, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., Eisenbahnwesen 1925.

### Zusammenstellung 1.

**Zusammenhang zwischen der Zahl der Lokomotivausbesserungstage, Kesselausbesserungstage und Ersparnis am Gelddienst für Lokomotivvorrats- und Austauschteile.**

| Zahl der Lokomotiv-ausbesserungs-tage | Zahl der durch-schnittlichen Kessel-ausbesserungs-tage | Für je zehn im Werk anwesenden Lokomotiven | | | | | | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Zahl der benötigten Ersatzkessel zu je 40000 ℳ | Zahl der Sätze an sonstigen Vorrats- und Austauschteilen | Kapitalaufwand für Ersatzkessel und Vorratsteile (Lehren, Mefsgeräte) ℳ | Gelddienst (Verzinsung und Tilgung) hierfür bei 10% ℳ | 15% ℳ | Ersparnis am Gelddienst für Lokomotiven (je Lokomotive und Tag 60 ℳ) ℳ | |
| | 35 | — 3,5 | | | | | | Das Minuszeichen bedeutet, dafs die Zahl an Kesseln geringer sein könnte, als die Zahl der im Werk anwesenden Lokomotiven |
| | 30 | — 4 | | | | | | |
| 100 | 25 | — 4,5 | — | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 20 | — 5 | | | | | | |
| | 15 | — 5,5 | | | | | | |
| | 35 | 0,8 | | 32 000 | 3 200 | 4 800 | (40 . 10 . 60) | |
| | 30 | — 2,5 | | 0 | 0 | 0 | | |
| 60 | 25 | — 3,3 | — | 0 | 0 | 0 | 24 000 | |
| | 20 | — 4,1 | | 0 | 0 | 0 | | |
| | 15 | — 5 | | 0 | 0 | 0 | | |
| | 35 | 5 | 2 (Achslagergehäuse mit Lager, Stangenteile, Kleinteile | 204 600 | 20 460 | 30 600 | (70 . 10 . 60) | |
| | 30 | 3,3 | | 136 600 | 13 660 | 20 500 | | |
| 30 | 25 | 1,6 | | 68 600 | 6 860 | 10 250 | 42 000 | |
| | 20 | 0 | | 4 600 | 460 | 690 | | |
| | 15 | — 1,6 | | 4 600 | 460 | 690 | | |
| | 35 | 10,5 | 3 (wie oben, dazu Gewerkteile, Ausgleichhebel, Tragfedern, Armaturen) | 427 500 | 42 750 | 64 125 | (80 . 10 . 60) | |
| | 30 | 8 | | 327 500 | 32 750 | 49 125 | | |
| 20 | 25 | 5,5 | | 227 500 | 22 750 | 34 125 | 48 000 | |
| | 20 | 3 | | 127 500 | 12 750 | 19 125 | | |
| | 15 | 0,5 | | 27 500 | 2 750 | 3 425 | | |
| | 35 | 29 | 4 (wie oben, dazu Bremsgestänge, Vorwärmer, Kolben, Kreuzköpfe und Schieber) | 1 196 000 | 119 600 | 179 400 | (90 . 10 . 60) | |
| | 30 | 24 | | 996 000 | 99 600 | 149 400 | | |
| 10 | 25 | 19 | | 796 000 | 79 600 | 119 400 | 54 000 | |
| | 20 | 14 | | 596 000 | 59 600 | 89 400 | | |
| | 15 | 9 | | 356 000 | 35 600 | 53 400 | | |
| | 35 | 40 | 6 (wie oben, dazu Teile von Steuergestänge) | 1 672 000 | 167 200 | 250 800 | (92 . 10 . 60) | |
| | 30 | 32 | | 1 352 000 | 135 200 | 202 800 | | |
| 8 | 25 | 26 | | 1 112 000 | 111 200 | 166 800 | 55 200 | |
| | 20 | 20 | | 872 000 | 87 200 | 130 800 | | |
| | 15 | 14 | | 632 000 | 63 200 | 94 800 | | |

60, 30, 20, 10 und 8 Tagen durchführen zu können (Abb. 6 unterer Teil). Den Zinsenausgaben für diesen Kapitalaufwand, die sich als eine Gerade darstellen, stehen die Ersparnisse an Lokomotivstillstandstagen, gemessen an den Zinsenausgaben für das in der Lokomotive steckende Kapital, gegenüber (Abb. 6 oberer Teil). Als erspart gelte jeder Tag, um den die Lokomotive das Ausbesserungswerk früher als 100 Tage, der jahrelangen Durchschnittsausbesserungsdauer, verläfst. Wo die Gerade die Ersparniskurve durchschneidet, ist die äufserste Grenze des Kapitalaufwandes für Vorrats- und Austauschstückbeschaffung gegeben. Würde man noch mehr Geld für Vorrats- und Austauschteile anlegen um die Ausbesserungszeiten der Lokomotive auf noch niederen Stand zu bringen, so würde ein solches Verfahren teurer sein als ein Verfahren mit längerer Ausbesserungsdauer. Der günstigste Kapitalaufwand ist jener, bei dem die Reinersparnis an Zinsenausgaben die gröfste ist. Dieser gestattet die Beschaffung von Vorrats- und Austauschteilen in solcher Menge, dafs durch ihren Einsatz die Ausbesserungsdauer der Lokomotive die wirtschaftlichste wird. Es ergibt sich die einigermafsen überraschende Tatsache, dafs die günstigsten Lokomotiv-Ausbesserungszeiten nicht besonders kurz sind. Es läfst sich allgemein sagen, dafs die günstigsten Lokomotiv-Ausbesserungszeiten zwischen 18 und 35 Tagen liegen, je nach der durchschnittlichen Kesselausbesserungszeit von 15 bis 35 Tagen. Jedenfalls läfst sich auch sagen, dafs eine Regellokomotiv-Ausbesserungszeit von z. B. 10 Tagen selbst bei einer Kesselausbesserungszeit von nur 15 Tagen wirtschaftlich nicht günstig ist. Wenn also nicht besondere Gründe z. B. Bedürfnisse des Betriebes dafür sprechen, sollten die Ausbesserungszeiten nicht kürzer gestellt werden, als den als günstigst ermittelten entspricht.

Ist der Vorrats- und Austauschbau hinsichtlich der Bauelemente wie Bolzen, Büchsen, Schrauben, Keile, Lagerschalen, Gleitplatten, Rohre, Armaturteile usw. soweit gefördert, dafs

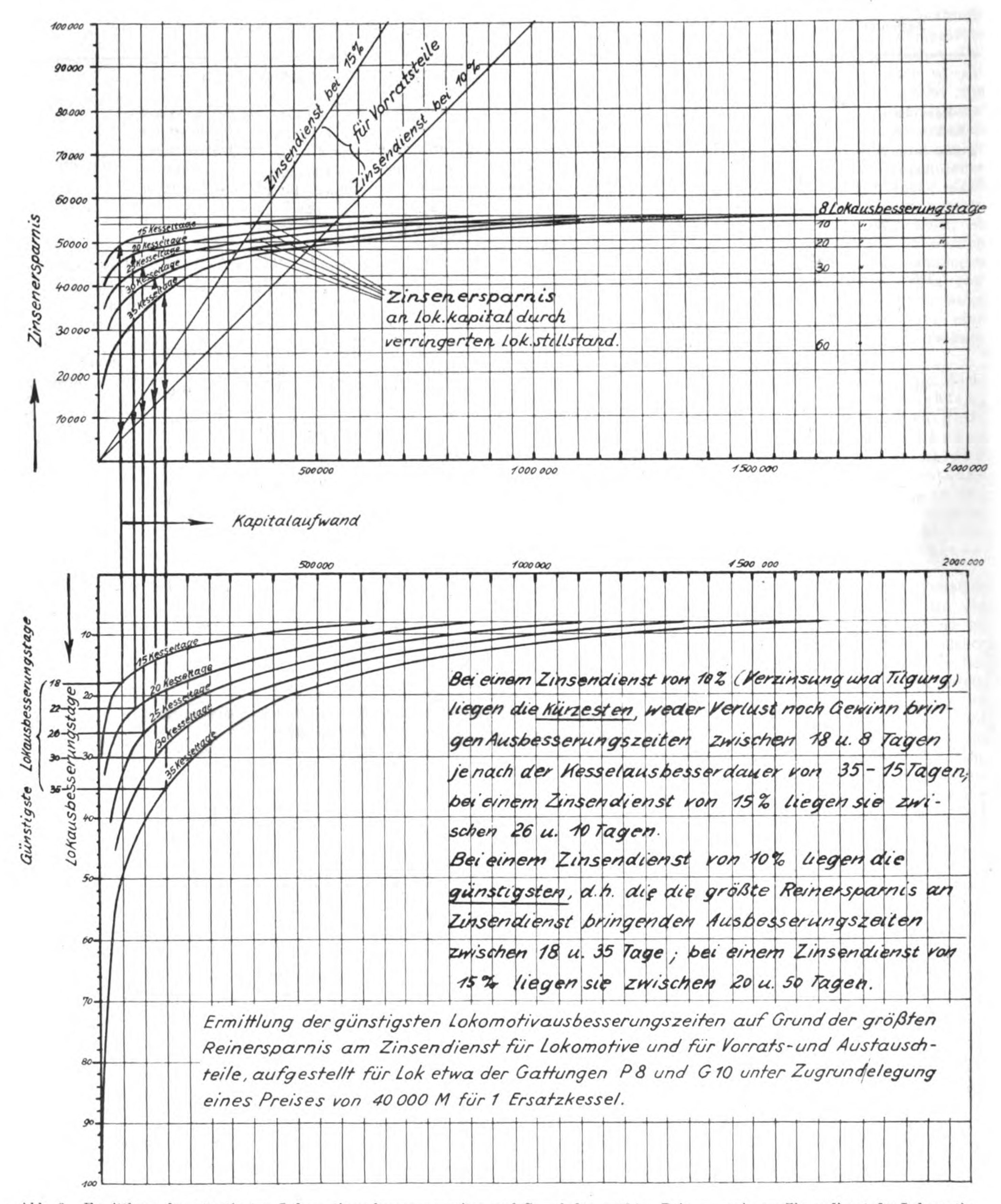



**Abb. 6. Ermittlung der günstigsten Lokomotivausbesserungszeiten auf Grund der gröfsten Reinersparnis am Zinsendienst für Lokomotive und für Vorrats- und Austauschteile. Aufgestellt für Lokomotiven etwa der Gattungen P 8 und G 10 unter Zugrundelegung eines Preises von 40000 Mark für einen Ersatzkessel.**

die Lokomotivausbesserung ohne oder mit geringem Einsatz von kompletten Vorrats- und Austauschstücken vonstatten gehen kann, so verringern sich die Kapitalaufwände, weil die Bauelemente billiger sind als die kompletten Austauschteile. Besonders wenn die Kesselausbesserungszeit infolge der Einführung von Vorrats- und Austauschbau in der Kesselschmiede hinsichtlich der Kesseleinzelteile durchgeführt ist, werden die Verhältnisse günstiger. Die günstigsten Ausbesserungszeiten sind jetzt kürzer, die Reinersparnisse gröfser.

Der Vorrats- und Austauschbau bringt also zunächst eine Verkürzung der Ausbesserungszeit der Lokomotiven, die so bestimmt werden kann, dafs eine gröfste Ersparnis an Zinsendienst für aufgewendete Kapitalien der Lokomotivbeschaffung sich ergibt. Für ein mittleres Werk wie etwa EAW Nürnberg beträgt die jährliche Ersparnis an Lokomotivstillstandstagen etwa 600 000 Mark. Die Verkürzung der Ausbesserungszeit bedeutet, dafs der Gesamtstand an Lokomotiven geringer werden kann, dafs also der Ersatz für ausscheidende Fahrzeuge bis auf weiteres nicht durch Neubeschaffung, sondern durch Gewinn aus dem verringerten Ausbesserungsstand erfolgt. In Kürze wird allgemein die Ausbesserungszeit auf rund $^1/_4$ bis $^1/_5$ der früheren gebracht sein. Standen früher bei einem Ausbesserungsstand von 20 % und einem Gesamtbestand von rund 30000 Lokomotiven der Reichsbahn etwa 6000 Lokomotiven gleichzeitig in Ausbesserung, so werden bei der verkürzten Ausbesserungszeit nur noch etwa 1200 bis 1500 Lokomotiven gleichzeitig in den Ausbesserungswerken stehen. 4500 bis 4800 Lokomotiven können den Betriebslokomotiven zugeführt werden.

Wäre die Arbeitsweise vor Einführung von Vorrats- und Austauschbau bereits rationell gewesen, so würde nach ihrer Einführung nur eine Umschichtung der Arbeit mit dem Ziele rascherer Fertigstellung der Lokomotiven bei Vermeidung von toten Liegezeiten stattgefunden haben, ohne dafs die Leistung des Werkes an sich gröfser und billiger in der Ausbesserungseinheit geworden wäre. Vorher hätte eben z. B. die Richtgruppe an drei Lokomotiven nebeneinander gearbeitet, so dafs je Lokomotive z. B. 105 Tage erforderlich waren und heute würde sie an drei Lokomotiven hintereinander arbeiten von je 35 Tagen Ausbesserungsdauer. Tatsächlich konnte aber die frühere Arbeitsweise nicht rationell sein. Nur besonders tüchtige Gruppenführer vermochten für ihre drei Lokomotiven mit der grofsen Zahl von Bauteilen richtig und rechtzeitig die Teile zu verlangen, ihre Arbeitskräfte geschickt anzusetzen und gut zu überwachen. In den Teilwerkstätten war die Übersicht wegen der grofsen Zahl der gleichzeitig anwesenden Teile sehr erschwert, der Durchlauf der Teile zähe und die Arbeitsweise wegen der individuellen Behandlung der Teile und der stofsweisen Belastung teuer. Die Einführung von Vorrats- und Austauschbau bessert diese Verhältnisse überraschend. In Abb. 7 ist deutlich zu ersehen, wie in einem Werk mit der Aufnahme von Vorrats- und Austauschbau das Zeitenverhältnis bedeutend sinkt (von 0,70 auf 0,39 für innere Untersuchung), der Stundenaufwand, der beispielsweise in der Richthalle auf die Lokomotive entfällt um etwa 30 % geringer wird und wie die Ausbringung des Werkes, gemessen mit den Weeseschen Zahlen, um etwa 25 % steigt bei gleichzeitiger Verringerung der Belegschaft. Die Ausbringung je Kopf, die vor dem Krieg jahrelang ziemlich gleichmäfsig etwa 270 Ausbesserungseinheiten betrug, belief sich kurz vor Einführung von Vorrats- und Austauschbau auf 220 Ausbesserungseinheiten, nach Einführung stieg sie auf etwa 310 Ausbesserungseinheiten, also um 40 %. Wenn auch die einzelnen Mafsstäbe, mit denen hier die Leistung zu erfassen versucht ist, angreifbar sind, so ist doch die Tendenz einer allgemeinen kräftigen Leistungssteigerung unverkennbar. Bei der Würdigung dieser Ergebnisse mufs berücksichtigt werden, dafs sie in einem alten, nur einfach ausgestatteten Werk erzielt sind, dem nicht weniger als 14 grundverschiedene Lokomotivbauarten zur Unterhaltung zugeteilt sind.

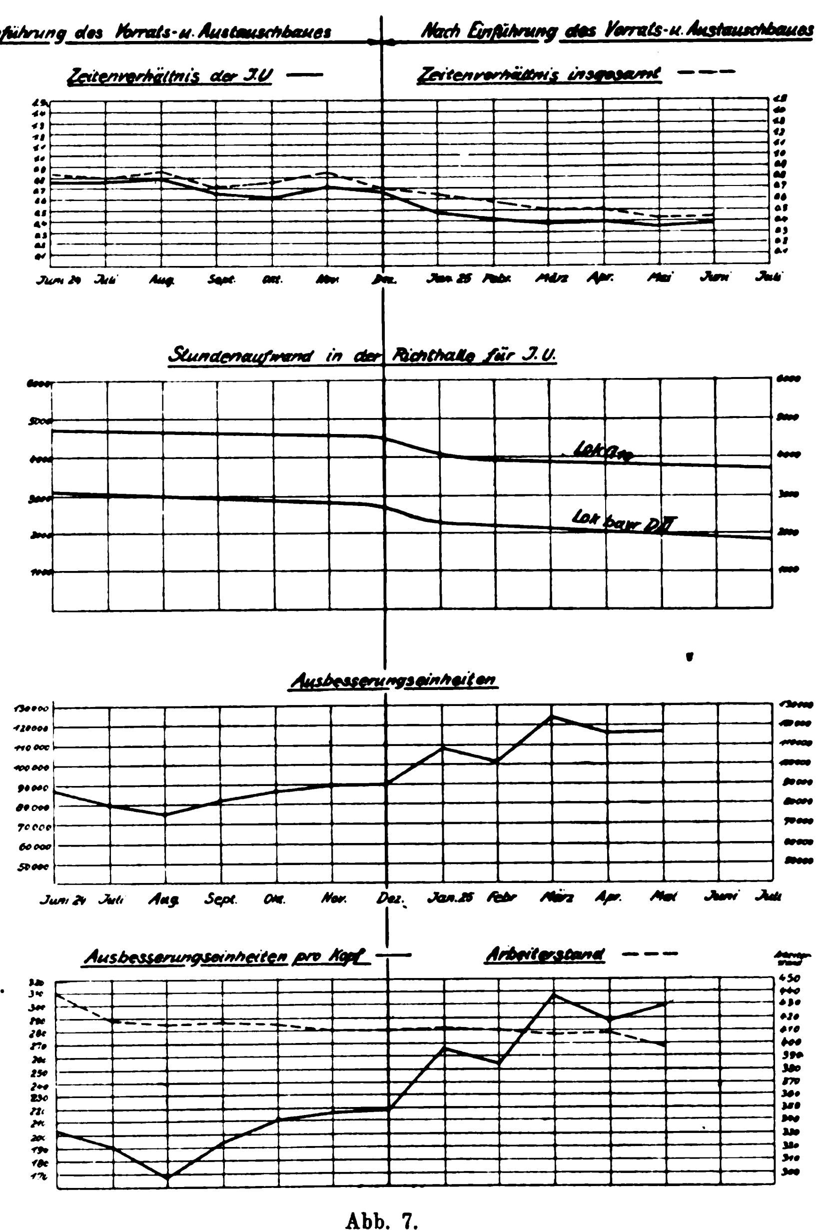



Abb. 7.

## Zusammenfassung.

Der Vorrats- und Austauschbau löst die ursprüngliche handwerksmäfsige Art der Lokomotivausbesserung ab und ermöglicht ihre fabrikationsmäfsige Gestaltung in der Richthalle und die fliefsende Fertigung in den Teilwerkstätten. Das Einschieben von Vorrats- und Austauschstücken erleichtert die Einführung des Verfahrens. Der Kapitalaufwand für diesen Einsatz von Vorrats- und Austauschstücken mufs genau rechnerisch und zeichnerisch ermittelt werden um damit die günstigsten Ausbesserungszeiten der Lokomotiven festzulegen.

Der Wettlauf um die kürzesten Lokomotivausbesserungszeiten kann zu schweren Verlusten führen, wenn die Ausbesserungszeiten nur mit Hilfe von eingeschobenen Austauschstücken erzielt werden wollen, wenn also die Leistung der Teilwerkstätten nicht im richtigen Verhältnis zur Lokomotivausbesserungszeit steht.

Anzustreben ist ein Vorrats- und Austauschbau ohne Einsatz von teueren Vorrats- und Austauschstücken. Mit fortschreitender Leistungssteigerung der Teilwerkstätten können dann die behelfsweise eingeschobenen Vorrats- und Austauschstücke entbehrt und als Ersatz für unbrauchbar gewordene Stücke verwendet werden. Die Leistungssteigerung in den Teilwerkstätten ist vornehmlich zu erreichen durch Anwendung von Vorrats- und Austauschbau hinsichtlich der Bauelemente, die in den Ursprungsmafsen und Abnützungsstufen zu normen, in ihren Sitzen (Passungen) zu bestimmen und in billigster Weise auf Vorrat herzustellen sind.

## Die Wirtschaftlichkeit der Hebezeuge in Lokomotiv-Richthallen verschiedener Bauart.

Von **Fritz Stratthaus**, Reichsbahnrat, Werkdirektor des Eisenbahnausbesserungswerkes Trier.

Hierzu Tafel 27.

**Abschnittsfolge:**



### A. Einleitung.

#### 1. Abgrenzung der vorliegenden Aufgabe.

Bei der vom Reichsverkehrsministerium der Deutschen Reichsbahn am 3. bis 6. Mai 1922 in Heidelberg abgehaltenen Besprechung mit Werkstätten-Fachleuten der Deutschen Reichsbahn über Ausbesserung von Fahrzeugen ist es als erforderlich bezeichnet worden, die Frage zu prüfen, ob die Verwendung von Schwerlastkranen, Laufkranen oder Bockkranen in Lokomotivrichthallen wirtschaftlich ist.

Zur Klärung dieser Frage war es erforderlich, zunächst in der Literatur Umschau zu halten, um festzustellen, wie die Entwicklung vom Bockkran zum Leicht- und Schwerlastkran vor sich gegangen ist. Hierbei ist festgestellt worden, dafs die Untersuchung von Spiro »Über die Wirtschaftlichkeit der zur Zeit gebräuchlichsten Hebezeuge in Lokomotivwerkstätten der Eisenbahn-Verwaltung« diese Frage schon eingehend behandelt hat und dafs seine Ausführungen durch vielseitiges Zahlenmaterial so erhärtet sind, dafs an der Richtigkeit der Ergebnisse nicht zu zweifeln ist, wenn seine Voraussetzungen richtig waren. Inzwischen ist ein Jahrzehnt verflossen und die Technik der elektrisch getriebenen Krane und des Baues von Lokomotivrichthallen ist weiter fortgeschritten. Es sollen deshalb unter Anknüpfung an die Untersuchungen von Spiro die Ergebnisse derselben nach dem Stande der heutigen Technik ergänzt werden. Die gegenwärtige Untersuchung ist jedoch auf Werke beschränkt worden, die wenigstens 40 bis 45 Ausbesserungsstände oder ein Vielfaches davon haben, weil nach den Ergebnissen von Spiro es untunlich schien, die Arbeiten auch auf kleinere Werke auszudehnen, deren Betrieb unwirtschaftlich wird.

Nach Spiro S. 26 hat die Werkstätte mit Schwer- und Leichtkranen in einer Kranfahrbahn die kleinsten jährlichen Gesamtbetriebskosten für einen Ausbesserungsstand. Die Hebekrane sind dabei jedoch nur für 60 t Tragfähigkeit bemessen. Bei Werkstätten mit Hebekranen von mehr als 60 t Tragfähigkeit sind die Gesamtbetriebskosten der Längswerkstätte am geringsten, diese Bauform mit ihren Hebeeinrichtungen die wirtschaftlichste. Dabei darf aber nicht übersehen werden, dafs die von Spiro mit Trier I, II, III bezeichneten Werke nur einen Leichtkran besitzen, während Meiningen bei 35 Ständen zwei Leichtkrane aufweist. Allerdings sind auch für Trier I, II, III zwei Leichtkrane wahlweise vorgesehen, dann sind aber auch die Gesamtbetriebskosten bei 35 Ständen höher als bei Meiningen. Es bleibt jedoch der Unterschied der Hebekrane, die bei Trier 90 t und bei Meiningen 60 t gröfste Tragfähigkeit haben. Ferner bemerkt Spiro in den Erläuterungen S. 23, dafs bei seinen Untersuchungen die Kosten der Schiebebühnengruben und die Schiebebühnenfahrbahnen selbst aufser Acht gelassen worden sind, weil auch die Längsgleiswerkstätten wohl stets Schiebebühnen, wenn auch nur im Werkstättenhofe, erfordern.

Da neuerdings Werkstattformen vorgeschlagen und ausgeführt sind, die Schiebebühnen ganz vermeiden, soll im Anschlufs an Spiros Untersuchungen festgestellt werden, welche Kranbauart die geringsten Gesamtbetriebskosten erfordert, wenn auch das Fehlen oder Vorhandensein von Schiebebühnen und die Kosten für das Heizen der Werkstatthallen mit in Betracht gezogen werden. Die Werke, in denen nur mit Bock-, Tor- und Leichtkranen oder Werke mit ortsfester Hebevorrichtung, Leicht- und Torkranen gearbeitet wird, werden bei den Vergleichsbetrachtungen nicht berücksichtigt, weil Spiros Untersuchungen ihre Unwirtschaftlichkeit gegenüber Werken mit Hebekran in ausreichender Weise bewiesen haben. Es kommt noch hinzu, dafs diese Form der Lokomotivrichthalle ohne schweren Kran das Einbauen von Ersatzkesseln aufserordentlich erschwert. Man würde es heute vom Standpunkt des Werkstättenpraktikers kaum verstehen, wenn eine neue Werkstätte in dieser Form errichtet werden würde.

Um ein möglichst einwandfreies Ergebnis zu erhalten, müssen die Vergleichsgrundlagen die gleichen sein.

#### 2. Leistung der Hebezeuge.

Die heute allgemein durchgeführte Typisierung in der Unterhaltung der Lokomotiven läfst einen allgemeinen, für alle Typen passenden Vergleich nicht mehr geboten erscheinen.

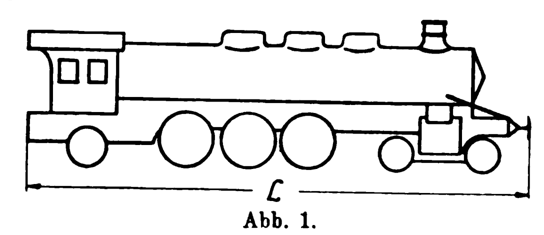



Abb. 1.

Es können deshalb folgerichtig nur Kran- und Werkstattformen verglichen werden, deren Aufgabe es ist, gleiche Lokomotiv-

Spiro. Über die Wirtschaftlichkeit der zur Zeit gebräuchlichsten Hebezeuge in Lokomotivwerkstätten der Eisenbahnverwaltung.

Organ 1921, Soder, Lokomotivwerkstätte Nied, S. 59, 74, 90, 101.

Z. d. V. d. I., Osthoff, Neuzeitliche Betriebs- und Ausbesserungswerke, S. 1131 ff., 1187.

Z. d. V. d. I., Wülfrath, Lokomotivhebekrane, S. 81.

Glasers Annalen, Scheuermann. Lokomotiv-Hebekrane, S. 113.

Organ 1919, Wülfrath, Hebekrane für Eisenbahnfahrzeuge, S. 1.

Z. d. V. d. I., Neesen, Die Grundlagen des Arbeitsdiagramms eines Lokomotiv-Untersuchungswerkes, S. 910 ff.

typen instand zu setzen. Nachdem die Reichsbahn dazu übergegangen ist, Einheitslokomotiven zu schaffen, sollen nur diese Typen in Betracht gezogen werden, die die Form neuer Ausbesserungswerke mafsgebend beeinflussen werden. Voraussichtlich kommen künftig folgende Typen in Betracht:

Zusammenstellung 1.

| Art der Lokomotive | Gattungs-bezeichnung | L mm | Gewichte kg Lokomotive leer | Kessel leer | Kessel mit Ausrüstung |
|---|---|---|---|---|---|
| Schnellzug . . . | 2 C 1 | 14950 | 96000 | 38000 | 48000 |
| Personenzug . . | 1 D 1 | 15150 | 96000 | 38000 | 48000 |
| „ . . . | 2 C | 12500 | 78000 | 28000 | 38000 |
| Güterzug . . . . | 1 E | 13900 | 98000 | 38000 | 48000 |
| „ . . . . | 1 D | 11700 | 84500 | 27000 | 37000 |
| „ . . . . | 1 C | 10850 | 64000 | 20000 | 29000 |
| Tenderlokomotive . | 1 E 1 | 15800 | 100000 | 31000 | 41000 |
| „ | 1 D 1 | 14100 | 81500 | 24000 | 34000 |
| „ | 1 C 1 | 13800 | 71000 | 20000 | 29000 |
| „ | 1 C 2 | 14100 | 73000 | 20000 | 29000 |
| „ | E | 14000 | 76400 | 21000 | 30000 |
| „ | D | 12250 | 52500 | 14500 | 23500 |
| „ | C | 11100 | 38500 | 13000 | 22000 |

Man wird bei Zuteilung an ein Ausbesserungswerk zweckmäfsig die Typen nach Schnell-, Personen-, Güterzug- und Tenderlokomotiven trennen, daneben aber bei der Typisierung Länge, Zahl der Achsen und Gewicht mit beachten. Besonders zweckmäfsig wird es auch sein, aufserdem noch nach dem Umfang der Ausbesserung zu trennen. Ob sich dies aber mit Vorteil durchführen läfst und ob diese Art der Sonderung wirtschaftlich ist, kann nicht Aufgabe der gegenwärtigen Untersuchung sein und soll deshalb hier nicht näher untersucht werden. In Rücksicht auf die für die Typisierung zu beachtenden, soeben ausgeführten Gründe möge für die zu vergleichenden Kranbauarten angenommen werden, dafs folgende Einheitslokomotivtypen auszubessern sind:

Zusammenstellung 2.

| Art der Lokomotive | Gattungs-bezeichnung | L mm | Gewichte kg Lokomotive leer | Lokomotive leer ohne Achsen und Lagerkasten | Kessel leer | Kessel mit Ausrüstung |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Vierzylinder-Verbund Schnellzug . . . . . | 2 C 1 | 14950 | 96000 | 78000 | 38000 | 48000 |
| Zwilling-Heifsdampf Schnellzug . . . . . | 2 C 1 | 14950 | 96000 | 78000 | 38000 | 48000 |
| Drilling-Heifsdampf Personenzug . . . . | 1 D 1 | 16150 | 96000 | 75100 | 38000 | 48000 |
| Vierzylinder-Verbund Personenzug . . . . | 1 D 1 | 15150 | 96000 | 75100 | 38000 | 48000 |
| Zwilling Personenzug . | 2 C | 12500 | 78000 | 61700 | 28000 | 38000 |
| Vierzylinder-Verbund Personenzug . . . . | 2 C | 12500 | 78000 | 61700 | 28000 | 38000 |

Um die weitere Entwicklung des Lokomotivbaues zu berücksichtigen, werden die Lokomotivhebekrane für eine Tragfähigkeit von 160 t, soweit sie als geschlossener Kran, und für 2 × 80 t, soweit sie als geteilte Krane ausgeführt werden, ausgebaut. Die Leichtkrane haben eine Tragfähigkeit von 6 t erhalten, damit sicher noch ein Drehgestell mit Achsen befördert werden kann.

3. Verschiedene Formen der Lokomotivrichthallen.

Da die Untersuchung der Kranbauarten allein nicht genügt, um die Wirtschaftlichkeit einer Bauart zu ermitteln, müssen auch die Baukosten verschiedener Hallenformen ermittelt und in Betracht gezogen werden. Es sind deshalb zum Vergleich fünf Formen von Werksgrundrissen entworfen worden, wobei die Ergebnisse der Untersuchung Spiros und die neuerdings von Osthoff vorgeschlagenen Formen benützt worden sind.

I. Werke der Quergleisform mit Schiebebühne und Hebekranen ohne besondere Fahrbahn für Leichtkrane. Abb. 1 und 2 der Taf. 27.

II. Werke der Quergleisform ohne Schiebebühne mit Hebekranen und besonderen Fahrbahnen für die Leichtkrane. Abb. 3 und 4 der Taf. 27.

III. Werke der Längsgleisform mit Schiebebühne und mit Hebekranen ohne besondere Fahrbahnen für die Leichtkrane. Abb. 5 und 6 der Taf. 27.

IV. Werke der Längsgleisform ohne Schiebebühne mit Hebekranen und besonderer Fahrbahn für Leichtkrane. Abb. 7 und 8 der Taf. 27.

V. Werke, bei denen Quer- und Längsstellung der Lokomotiven möglich, ohne Schiebebühne mit Hebekranen und besonderer Fahrbahn für zwei Leichtkrane (nach Osthoff). Abb. 9 und 10 der Taf. 27.

Zum Vergleich wird jeweils nur ein Kranfeld mit 45 Ständen herangezogen. Kleinere Werke erfordern erheblich höhere Kosten für einen Stand, können deshalb als unwirtschaftlich aufser Betracht bleiben.

## B. Wirtschaftlichkeit der Hebezeuge.

1. Die wirtschaftliche Geschwindigkeit der Krane.

Ehe über die Kranformen entschieden wird, sollen einige Betrachtungen über die Geschwindigkeit der Senkrecht-, Quer- und Längsbewegung angestellt werden.

Aus der Abhandlung über Lokomotivhebekrane in der Z. d. V. d. I. 1914 ist die nachfolgende Zusammenstellung 3 ausgeführter Lokomotivhebekrane mit einigen Ergänzungen neuerer Ausbesserungswerke entnommen.

Man sieht daraus, dafs zwar die Motorgeschwindigkeiten für die drei Bewegungen der Krane in gewissen Grenzen bleiben, aber doch immerhin recht erheblich schwanken.

Für das Heben und Senken der Last sind meist geringe Geschwindigkeiten gewählt. Zunächst mag wohl die Forderung des Betriebes hierfür mafsgebend gewesen sein. Sowohl beim Anheben der Lokomotive zum Herausnehmen der Achsen als auch beim Absetzen der Lokomotive nach beendeter Instandsetzung und Untersuchung auf die Achsen kann nur mit ganz kleinen Geschwindigkeiten gearbeitet werden, weil sonst etwaige Hemmungen während der Bewegung nicht beseitigt werden und gröfsere Beschädigungen eintreten können. Aber auch wenn man die geeignete Geschwindigkeit durch eine Wirtschaftsrechnung ermittelt, kommt man auf ganz kleine Hubgeschwindigkeiten. Das ist ohne weiteres verständlich, weil das Heranfahren des Krans, das Einhängen und Untersetzen der Träger, das Herausrollen der Achsen und das Aufstellen der Unterstützungen (Holz oder Böcke) viel mehr Zeit in Anspruch nimmt als das eigentliche Heben der Last. Bei einer Feststellung im Werke Schwetzingen z. B. betrug die Zeit für die Hubbewegung auf und ab $11^3/_4$ Min. = 31,3 % und für die ganze übrige Arbeit $25^3/_4$ Min. = 68,7 %.

Für die Wirtschaftsrechnung sind folgende Annahmen gemacht worden:

Verzinsung des Kapitals in Goldwert 4 %, Abschreibung 7,5 %, Unterhaltung 1 % — zusammen 12,5 %,
Stromkosten kWst. 0,10 M,
t Zeit des Hebens in Minuten.

## Zusammenstellung 3.

### Lokomotivkrane.

| O.-Z. | Werk | Stückzahl | Tragkraft t | Spannweite m | Lastheben m/Min. | Lastheben PS | Lastheben PS für 1 t und 1 m/Min | Katzenfahren m/Min. | Katzenfahren PS | Kranfahren m/Min. | Kranfahren PS | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Van der Zypen & Charlier . . . . | 1 | 15 | 43 | 8 | 20,5 | 0,17 | 40 | 5,5 | 84 | 52 | Gleichstrom |
| 2 | Lokomotivwerkstätte Öls . . . . . | 2 | 25 | 15,15 | 3 | 28 | 0,23 | 15 | 4 | 65 | 28 | Drehstrom |
| 3 | „ Darmstadt . . | 1 | 25 | 10,6 | 1,35 | 6,5 | 0,19 | 15 | 2,7 | 40 | 13,4 | Gleichstrom |
| 4 | „ Danzig . . . | 2 | 25 | 14 | 3,4 | 18,6 | 0,218 | 15 | 3,2 | 75 | 35 | „ |
| 5 | „ Öls . . . . . | 2 | 30 | 14 | 3 | 28 | 0,31 | 15 | 4 | 65 | 28 | Drehstrom |
| 6 | „ Gleiwitz . . . | 2 | 30 | 11,5 | 1 | 6,9 | 0,23 | 12 | 2,2 | 25 | 9,6 | Gleichstrom |
| 7 | „ Danzig . . . | 2 | 40 | 14 | 2 | 18,6 | 0,232 | 11 | 3,2 | 60 | 35 | „ |
| 8 | „ Breslau-Odertor | 1 | 50 | 11,94 | 1,4 | 15 | 0,214 | Hand | | 38 | 15 | „ |
| 9 | „ Erfurt . . . . | 1 | 50 | 14,8 | 1 | 12,4 | 0,248 | „ | | 36 | 21 | „ |
| 10 | „ Erfurt . . . . | 1 | 50 | 14,025 | 0,46 | 7 | 0,30 | „ | | 15 | 9 | „ |
| 11 | „ Jena . . . . | 1 | 50 | 20,22 | 1 | 11 | 0,22 | „ | | 26,7 | 15 | „ |
| 12 | „ Eberswalde . . | 1 | 60 | 12,65 | 1,2 | 14 | 0,194 | 10 | 3,5 | 30 | 21,5 | Drehstrom |
| 13 | „ Gleiwitz . . . | 2 | 60 | 11,54 | 0,6 | 7,5 | 0,208 | Hand | | 20 | 11 | Gleichstrom |
| 14 | „ Schneidemühl . | 2 | 60 | 12,7 | 1,5 | 22 | 0,24 | „ | | 25 | 11 | „ |
| 15 | „ Magdeburg . . | 1 | 60 | 14 | 0,7 | 8,4 | 0,20 | „ | | 20 | 11 | „ |
| 16 | Gewerkschaft Deutscher Kaiser, Brückhausen . . . . . . . . | 1 | 60 | 27,5 | 2 | 27 | 0,225 | 158 | 6,2 | 30,2 | 29 | „ |
| 17 | Lokomotivwerkstätte Gleiwitz . . . | 2 | 70 | 14,5 | 0,85 | 13,2 | 0,222 | Hand | | 25 | 23 | „ |
| 18 | „ Schneidemühl . | 2 | 70 | 14 | 1,4 | 22 | 0,224 | „ | | 20 | 11 | „ |
| 19 | „ Öls . . . . . | 2 | 75 | 15 | 1,75 | 28 | 0,213 | 10,7 | 4 | 48 | 42 | Drehstrom |
| 20 | „ Stendal . . . | 1 | 80 | 16 | 1,5 | 27 | 0,225 | 8 | 4,6 | 25 | 21 | Gleichstrom |
| 21 | „ Erfurt . . . . | 1 | 80 | 23,4 | 1 | 18,3 | 0,226 | 10,7 | 4,6 | 40 | 42,5 | „ |
| 22 | SSW Berlin . . . . . . . . . | 1 | 110 | 20,5 | 2,8 | 58 | 0,188 | 20 | 13,1 | 61 | 100 | „ |
| 23 | Lokomotivwerkstätte Schwetzingen . | 2 | 70 | 21,7 | 2,2 | 35 | 0,227 | 8 | 3 | 42 | 35 | Drehstrom |
| 24 | „ Ölsneu . . . | 1 | 90 | 18,125 | 2,43 | 84 | 0,385 | 12,1 | 2×9 | 40 | 56 | „ |
| 25 | „ Göttingen . . | 2 | 2×50 | 20 | 1,4 | 2×20,5 | 0,283 | 13,2 | 2×4,7 | 45 | 2×20,5 | „ |

Stundenlohnsatz der Handwerker: L = 0,495 *M*.
Beim Heben sind in der Regel vier Handwerker erforderlich.
Arbeitslohn während des Hebens:

$$\frac{4 \,.\, L}{60} \,.\, t = K_a = \frac{4 \,.\, 0{,}495}{60} \,.\, t = \frac{1{,}98}{60} \,.\, t = 0{,}033 \text{ t}.$$

Nach der vorstehenden Tabelle über ausgeführte Krane sind etwa 0,22 PS an Motorenkraft für 1 t Last und 1 m/Min. Hubgeschwindigkeit erforderlich. Theoretisch errechnet sich der Kraftbedarf ohne Berücksichtigung der Beschleunigung beim Anfahren und Halten zu $1000 \,.\, \frac{1}{60} \,.\, \frac{1}{75} = 0{,}223$ PS = = 0,162 kW. Die Übereinstimmung mit der obigen Zahl erklärt sich aus der Möglichkeit, bei aussetzender Betriebsweise kleinere Motore verwenden zu können.

Für die Vergleichswerkstätten sind Krane für 160 t Last erforderlich.

Hubhöhe = h = Summe aller bei einer Lokomotivbehandlung vorkommenden Bewegungen in m,

Hubdauer = t Min.,

Hubgeschwindigkeit $= c = \frac{h}{t}$,

Kosten der Motorenkraft = Km,

$$Km = 160 \,.\, \frac{h}{t}\left(0{,}22 \,.\, 0{,}125\, A + 0{,}162 \,.\, 0{,}10 \frac{t}{60}\right).$$

A Beschaffungskosten für Motorkraftantrieb für 1 PS,
Ka + Km sollen ein Minimum werden.

$$K = 0{,}033\, t + 160 \,\frac{h}{t}\left(0{,}22 \,.\, 0{,}125 \,.\, A + 0{,}162 \,.\, \frac{0{,}10}{60}\, t\right).$$

Nach den Angaben in den Preislisten der Siemens-Schuckertwerke vom Januar 1923 über Gleichstrommotoren beträgt der Goldmarkpreis für 1 PS bei Motoren von 15 bis 27 PS und 45 Min. Dauerleistung im Mittel etwa 60 *M*.

h errechnet sich zu:

Fall I Querstände mit Schiebebühne:

| | |
|---|---|
| Ablassen der Träger . . . . . . . . . | 7,0 m |
| Anheben der Lokomotive zum Entfernen der Achsen | 1,5 „ |
| Ablassen auf Böcke . . . . . . . . . . | 1,5 „ |
| Hochziehen der Querträger zum Verfahren des Krans | 7,0 „ |
| | 17,0 m |

$$K = 0{,}33\, t + \frac{2720}{t}\,(1{,}65 + 0{,}000216\, t) = 0{,}033\, t + + \frac{4488}{t} + 0{,}58752.$$

Zur Vereinfachung ist für das Ablassen der gleiche Kraftbedarf wie für das Heben angenommen worden.

$$\frac{dK}{dt} = 0{,}033 - \frac{1}{t^2} \,.\, 4488, \; t = 368$$

für t = 368 wird K ein Minimum. Darnach errechnet sich $c = \frac{h}{t} = \frac{17}{368} = 0{,}046$ m Min. In Rücksicht darauf jedoch, dafs der Hebekran auch zu anderen Arbeiten herangezogen wird, soll die Hub- und Senkgeschwindigkeit zu 2 m/Min. gewählt werden.

Die nur für den Sonderfall einer Querwerkstätte mit Schiebebühne durchgeführte Betrachtung kann auch auf die anderen Werkstattformen übertragen werden, ohne dafs dabei ein grofser Fehler gemacht wird. Wenn man auch die anderen Sonderfälle der Werkstattformen in gleicher Weise betrachtet, wird die sich ergebende wirtschaftliche Geschwindigkeit nicht wesentlich von

der gefundenen abweichen. Die genaue Durchrechnung ist deshalb unterlassen worden.

Das Ergebnis der Rechnung ist in Abb. 2 dargestellt.

Die Geschwindigkeit für die Querbewegung oder das Katzenfahren läfst sich nicht rechnerisch in ähnlicher Weise festlegen, weil diese Bewegung nicht so regelmäfsig wie die Hub- und Senkbewegung erforderlich ist. Sie schwankt recht erheblich. Trotzdem ist auch für sie das Ergebnis der Rechnung für die senkrechte Bewegung zu verwerten, weil auch hier in der Regel wenige Arbeiter während der Bewegung still liegen müssen. Es läfst sich deshalb auch heute noch ein Antrieb von Hand rechtfertigen. Immerhin wird die Katze häufig auch kleinere Teile zu bewegen haben, wobei die Seitengeschwindigkeit nicht zu klein sein darf. Der Antriebsmotor wird ferner an sich nicht so grofs, weil der Bewegungswiderstand in mäfsigen Grenzen bleibt. Für die vorliegende Vergleichsberechnung soll deshalb unter Berücksichtigung des Gesagten eine Geschwindigkeit von 10 m/Min. gewählt werden.

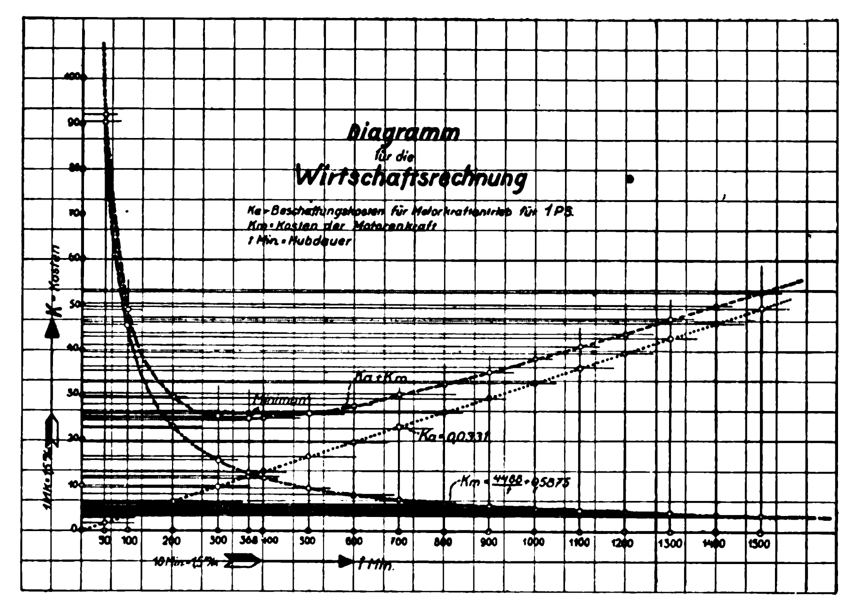



Abb. 2.

Für die Geschwindigkeit beim Längsfahren läfst sich eine ähnliche Rechnuug aufstellen, wie bei der Hub- und Senkbewegung. Man kommt auch hierbei auf ganz geringe Geschwindigkeiten, auch wenn die Arbeitergruppe, für die der Kran augenblicklich arbeitet, doppelt so stark angenommen wird. Es folgt hieraus, dafs, wirtschaftlich betrachtet, dem »Warten auf den Kran« nicht zu grofse Bedeutung beigemessen werden darf.

Die Fahrgeschwindigkeit des Laufkrans in der Längsrichtung mufs jedoch noch von anderen Gesichtspunkten aus betrachtet werden. Hierfür mufs zunächst festgestellt werden, wie oft ein Lokomotivstand jährlich mit Schadlokomotiven besetzt werden kann. Spiro gibt an, dafs ein Lokomotivstand bei Werken mit Kranen jährlich zehnmal besetzt werden kann. Die folgende Betrachtung wird zeigen, dafs diese Annahme für unseren Fall nicht zutreffen wird.

Nach der Anlage 5 der Niederschrift über die Besprechung mit den Werkstättendezernenten der Deutschen Reichsbahn usw. am 3. bis 6. Mai 1922 in Heidelberg ergeben sich folgende Durchschnittswerte:

Durchschnittlicher monatlicher Ausgang an Lokomotiven aus den Hauptwerkstätten in der Zeit vom Mai 1921 bis zum März 1922

| | Ausgang aus allgemeiner Hauptausbesserung: | Ausgang aus innerer Untersuchung: |
|---|---|---|
| 2439 | 812 | 415 |
| 2617 | 830 | 488 |
| 2605 | 702 | 492 |
| 2551 | 703 | 501 |
| 2651 | 795 | 486 |
| 2566 | 786 | 486 |
| 2408 | 703 | 478 |
| 2822 | 747 | 510 |
| 2332 | 643 | 458 |
| 2421 | 610 | 507 |
| 2762 | 619 | 596 |
| 28174 : 11 = 2561 | 8070 : 11 = 733 | 5417 : 11 = 492 |

| Ausgang aus äufserer Untersuchung: | Ausgang aus Ausbesserung über 10 Tage: | Ausgang aus Ausbesserung unter 10 Tage: |
|---|---|---|
| 103 | 581 | 528 |
| 115 | 559 | 625 |
| 108 | 585 | 627 |
| 101 | 549 | 637 |
| 97 | 608 | 665 |
| 114 | 508 | 612 |
| 96 | 538 | 593 |
| 90 | 667 | 802 |
| 75 | 542 | 612 |
| 58 | 505 | 741 |
| 98 | 619 | 713 |
| 1055 : 11 = 95,9 rd. 96 | 6321 : 11 = 575 | 7155 : 11 = 650 |

| Durchschnittlicher monatlicher Ausgang aus: | wirkliche Zahl | % | Dauer für die Typen Seite 7 |
|---|---|---|---|
| Innere Untersuchung . . . . | 492 | 19,3 | 104 Tage |
| Äufsere » . . . . | 96 | 3,8 | 92 » |
| Allgemeine Hauptausbesserung . | 733 | 28,8 | 65 » |
| Ausbesserung über 10 Tage . . | 575 | 22,6 | 18 » |
| » unter 10 » . . | 650 | 25,5 | 6 » |
| | 2546 | 100,0 | |

Durchschnittliche Dauer einer Ausbesserung:

$$\frac{1}{100}(104 \,.\, 19{,}3 + 92 \,.\, 3{,}8 + 65 \,.\, 28{,}8 + 18 \,.\, 22{,}6 + 6 \,.\, 25{,}5)$$

2008
350
1870
407
153

4788 : 100 = 47,88 rund 48 Tage.

Für die Festsetzung der Ausbesserungszeiten sind die Mittelwerte aus den Sollzeiten der Anlage 8 der Niederschrift über die Besprechung usw. in Heidelberg, künftig kurz Heidelberger Niederschrift genannt, mit in Betracht gezogen worden.

Nach dem augenblicklichen Stand der Werkleistungen kann mit einem Durchschnittsverhältnis zwischen Ist- zu Sollzeiten von 0,6 gerechnet werden, so dafs die durchschnittliche Dauer einer Ausbesserung 48 . 0,6 = = 27,8 rund 28 Tage beträgt.

Hieraus errechnet sich die Besetzung eines Lokomotivstandes zu: $\frac{300}{28} = 10{,}7$ mal jährlich.

Nach dem Geschäftsbericht der deutschen Reichsbahn über das Rechnungsjahr 1921 waren Ende 1921 4325 Lokomotivstände für Dampflokomotiven vorhanden.

In der Zeit vom Mai 1921 bis März 1922 haben durchschnittlich monatlich 2546 Lokomotiven die Hauptwerkstätten verlassen. Aus diesen Ziffern ergibt sich, dafs ein Lokomotivstand durchschnittlich jährlich $12 \,.\, \frac{2546}{4325} = 7{,}06$ mal besetzt war. Hierbei ist zu beachten, dafs alle Lokomotivtypen mit in Betracht gezogen worden sind, während im vorliegenden Falle nur grofse Typen der neuesten Bauart in Frage kommen.

Wenn auch die vorliegende Durchschnittsrechnung der Ausbesserungszeiten nur unvollkommen erscheint, so gibt sie doch

einen genügenden Anhalt für den vorliegenden Zweck, insbesondere da das Ergebnis wieder zu Vergleichen benutzt wird. Für die weitere Betrachtung wird auf Grund der beiden Rechnungsergebnisse und unter Berücksichtigung des Fortschritts der Arbeitsorganisation angenommen, dafs ein Lokomotivstand jährlich durchschnittlich elfmal belegt werden kann.

Für die Bestimmung der richtigen Fahrgeschwindigkeit der Lokomotivhebekrane in der Längsrichtung soll die Inanspruchnahme der Krane in einer Querwerkstätte mit Schiebebühne bei 45 Ständen in einem Felde ermittelt werden. Bei elffacher jährlicher Standbesetzung müssen arbeitstäglich $\frac{11 . 45}{300} = 1{,}65$ Lokomotiven dem Felde zu- und abgeführt werden. Der Kran hat also täglich 3,3 Lokomotiven von Achsen zu nehmen oder auf Achsen zu setzen. Die Länge der Kranfahrbahn beträgt bei 6,2 m Gleisabstand mit einem Zuschlag von je 10,5 m an beiden Stirnwänden 6,2 . 45 + 21 = 300 m. Nimmt man an, dafs vom Kran zum Lokomotivstand beim Vorhandensein von zwei und mehr Kranen durchschnittlich immer ein Viertel der ganzen Kranfahrbahn durchlaufen werden mufs, so hat der Kran für das Abheben der Lokomotiven von den Achsen und das Aufsetzen täglich 75 . 3,3 = rund 245 m zurückzulegen. Dafs die Annahme richtig ist, ein Kran würde durchschnittlich bei jedem Stellungswechsel ein Viertel des Weges = 75 m zurücklegen, ergibt sich auch aus folgender Betrachtung. Bei 45 Ständen wird jeder Stand einmal und zwar vom Abrüststand zu befahren sein. Es wird also der Reihe nach der 45., 44., 43 usw. Stand zu erreichen sein. Bei einem Standabstand von 6,2 m entspricht dies einem Weg von 300, 293,8, 287,2, 281,0, 274,8 m usw. Bildet man die Summe dieser arithmetischen Reihe und den Durchschnittswert für ein Stand, so ergibt die Rechnung

$$S = \tfrac{1}{2}\,(a + \tfrac{1}{2}\,[n - 1]\,d)\,n$$
$$a = 300,\ n = 45,\ d = 6{,}2$$
$$S = \tfrac{1}{2}\,(6{,}2 + \frac{1}{2} . 44 . 6{,}2)\,45$$
$$S = \tfrac{1}{2}\,(6{,}2 + 136{,}4)\,45$$
$$S = \tfrac{1}{2}\,142{,}6 . 45$$
$$\frac{S}{45} = 71{,}3\ \text{m}$$

$\frac{S}{45}$ ist der mittlere Weg = 71,3 m.

Die ganze Hebe- und Senkarbeit an einer Lokomotive schwankt zwischen 45 und 164 Min. oder dauert im Mittel 105 Min., so dafs der Kran hierdurch 3,3 . 105 = 340 Min. täglich durchschnittlich besetzt ist, wobei eine Längsfahrgeschwindigkeit von etwa 40 m/Min. angenommen ist. Wenn man den Kran nur für diese Arbeiten in Anspruch nehmen will, würde eine geringere Längsfahrgeschwindigkeit angebracht sein. Der Kran soll jedoch auch zu anderen Arbeiten herangezogen werden. Zunächst mufs er das Heraus- und Hereinbringen der Kessel übernehmen.

Ziffernmäfsige Unterlagen über die hierfür erforderliche Zeit sind rechnungsmäfsig nicht zu ermitteln. Bei Spiro finden sich nur Aufschreibungen für die Leichtkrane.

Um die von Spiro nur für verhältnismäfsig kurze Zeit aufgeschriebene Tagesarbeit von Laufkranen allgemeiner zu gestalten und brauchbare Durchschnittsziffern zu erhalten, wurden einige Eisenbahnwerke zu genauen Aufschreibungen veranlafst.

Leider waren nur Aufschreibungen von den Werken in Tempelhof, Oels und Schwetzingen, Göttingen und Cassel zu erhalten.

In der nachfolgenden Zusammenstellung 4 sind die von den einzelnen Werken erhaltenen Ziffern zusammengefafst und ausgewertet.

Die erste Zusammenstellung enthält die Durchschnittsergebnisse der Aufschreibungen nach Quer- und Längswerkstätten getrennt, wobei unter Inanspruchnahme des Kranes der Wert verstanden werden will, der sich ergibt, wenn man in Bruchform im Zähler die Anzahl der Minuten, während deren der Kran wirkliche Arbeit einschliefslich der Leerbewegungen geleistet hat, und in den Nenner die Anzahl der Minuten schreibt, während deren der Kran im ganzen für die Arbeiten, also in der Regel die Arbeitszeit der Belegschaft, zur Verfügung gestanden hat.

Um die erhaltenen Werte überhaupt vergleichen zu können, ist die Zusammenstellung der Werte für gleichgrofse Hallen im Verhältnis der Lokomotivstände und für gleiche Längsfahrgeschwindigkeit von 40 m/Min. umgerechnet worden (Zusammenstellungen 5 und 6). Dabei ist wegen des geringen Einflusses auf die Arbeitsdauer und der schwierigen Erfassung darauf verzichtet worden, die Hebe-, Senk- und Katzenfahrgeschwindigkeit auf gleiches Mafs zurückzuführen.

Bei der Rückführung der Werte auf gleiche Längsfahrgeschwindigkeit ist, wie schon früher erwähnt, angenommen worden, dafs bei den Hallen mit zwei und mehr Kranen durchschnittlich bei jeder Arbeitsausführung ein Viertel der Hallenlänge durchfahren werden mufs.

Als Ergebnis dieser Aufschreibungen ist festzustellen, dafs die Krane in einer Richthalle für 45 Lokomotivstände bei einer Inanspruchnahme von 66,6 % täglich durchschnittlich während folgender Zeiten beschäftigt sind:

| | | |
|---|---|---|
| a) in Querwerkstätten: | an Kesseln | 178 Min. |
| | an Lokomotivgestellen | 175 » |
| | an sonstigen Teilen | 550 » |
| b) in Längswerkstätten: | an Kesseln | 280 » |
| | an Lokomotivgestellen | 215 » |
| | an sonstigen Teilen | 759 » |

Der vom Kran täglich zurückzulegende Weg ist bestimmend für die Wahl der Längsfahrgeschwindigkeit. Da in einem Lokomotivwerk mit 45 Ständen in einer Halle mindestens drei Krane erforderlich sind, so war schon früher angenommen worden, dafs bei jedem Stellungswechsel der Kran ein Viertel der Hallenlänge durchfahren wird. Für Querwerkstätten beträgt der täglich durchschnittlich zurückzulegende Weg $\frac{64}{3} . \frac{300}{4} = 1600$ m und für Längswerkstätten $\frac{140}{3} . \frac{255}{4} = 2970$ m.

Bezeichnet man die Zeit in Minuten mit t, die der Kran zur Zurücklegung dieses Weges braucht, und seine Längsgeschwindigkeit mit v in m/Min., so ist:

a) für Querwerkstätten $t = \frac{1600}{v}$,

b) für Längswerkstätten $t = \frac{2970}{v}$.

Man kann auf Grund dieser Beziehungen die brauchbaren Geschwindigkeiten zwischen 20 und 70 m/Min. und für Längswerkstätten zwischen 30 und 80 m/Min. annehmen.

An Hand der durch die Aufschreibungen ermittelten Werte kann die Zahl der erforderlichen Krane bestimmt werden. Wenn darnach die Zahl der Krane insbesondere bei Längswerkstätten erhöht werden mufs, wird sich das Ergebnis dieser Überlegung nicht wesentlich ändern, weil alle Werte zwischen den beiden angegebenen liegen.

### a) Querwerkstätten.

Die Gesamtzeit, innerhalb der die Krane täglich in Anspruch genommen waren, hat im mittleren Durchschnitt 903 Min. betragen. Bei 66,6 % Inanspruchnahme müssen während $\frac{903}{0{,}666} = 1355$ Min. Krane verfügbar sein, davon während

**Zusammenstellung 4.**

| O.-Z. | Eisenbahn-werkstätte | Kranbauart | Inanspruch-nahme Min. | v. H. | Arbeitstägliches Arbeiten der Krane an Kesseln Min. | Lokomotiv-gestellen Min. | Sonstigen Teilen Min. | Zahl der täglichen Kraninanspruchnahme Lokomotive | Kessel | Sonstiges | Zahl der Lokomotiv-Stände | Längsfahr-geschwindigkeit m/Min. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | **a) Querwerkstätten.** | | | | | | | |
| 1 | Oels alt | Hebekran für 75 t | 1511/2880 | 52,5 | 64 | 143 | 45 | 1,83 | 1,16 | 1 | 25 | 40 |
| 2 | „ „ | Leichtkran für 5 t | 1790/2880 | 62,2 | — | — | 298 | — | — | 24 | 25 | 120 |
| 3 | Oels neu | Hebekran für 90 t | 1511/2880 | 52,5 | 156 | 57 | 37 | 1,83 | 3,5 | 1,83 | 26 | 40 |
| 4 | „ „ | Leichtkran für 6 t | 1369/2880 | 47,5 | — | — | 228 | — | — | 29 | 26 | 182 |
| 5 | Schwetzingen | Hebekran L für 70 t | 2036/2670 | 76,2 | 41 | 94 | 231 | 0,83 | 0,33 | 23,66 | 14 | 42 |
| 6 | „ | Hebekran M für 70 t | 2164/2670 | 81 | 51 | 71 | 267 | 0,5 | 1,83 | 21,33 | 14 | 42 |
| 7 | Cassel | Hebekran 14 für 60 t | 1943/3187 | 61 | 59,5 | 70 | 202,5 | 1 | 1 | 25,16 | 21 | 18 |
| 8 | „ | Hebekran 13 für 60 t | 1798/3240 | 54,5 | 76 | 81 | 143 | 0,83 | 1,5 | 19,16 | 22 | 18 |
| 9 | „ | Hebekran 9 für 40 t | 1869/3240 | 57,6 | 130,5 | 28 | 153,5 | 0,5 | 1,83 | 16,33 | 17 + 4 Tender | 50 |
| 10 | „ | Hebekran 9 für 60 t | 1240/3240 | 38,3 | 25 | 36 | 146 | 0,66 | 1,5 | 20 | 14 + 8 Tender | 40 |
| | | | | | **b) Längswerkstätten.** | | | | | | | |
| 11 | Tempelhof | Geteilter Hebekran für 2×40 t | 3836/5700 | 66,6 | 97 | 56 | 182 + 248 = 430 | 1,66 | 2,84 | 77,53 | 20 | 60 |
| 12 | Göttingen | Hebekran für 100 t | 1836/3240 | 57,5 | 166 | 145 | — | 2,16 | 2,66 | — | 39 | 45 |
| 13 | „ | Leichtkran | 1623/3240 | 50,2 | — | — | 270 | — | — | 57 | 39 | 60 |
| 14 | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | |

**Zusammenstellung 5.**

Dieselbe Tabelle für gleiche Inanspruchnahme von 66,6 % und für 45 Lokomotivstände.

| O.-Z. | Eisenbahn-werkstätte | Kranbauart | Inanspruch-nahme Min. | v. H. | Kesseln Min. | Lokomotiv-gestellen Min. | Sonstigen Teilen Min. | Lokomotive | Kessel | Sonstiges | Zahl der Lokomotiv-Stände | Längsfahr-geschwindigkeit m/Min. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | **a) Querwerkstätten.** | | | | | | | |
| 16 | Oels alt | Hebekran | — | 66,6 | 146 | 326 | 103 | 4,18 | 2,57 | 2,28 | 45 | 40 |
| 17 | „ „ | Leichtkran | — | 66,6 | — | — | 575 | — | — | 46,3 | 45 | 120 |
| 18 | Oels neu | Hebekran | — | 66,6 | 342 | 125 | 81 | 4,03 | 7,7 | 4,03 | 45 | 40 |
| 19 | „ „ | Leichtkran | — | 66,6 | — | — | 553 | — | — | 70,4 | 45 | 182 |
| 20 | Schwetzingen | Hebekran L | — | 66,6 | 115 | 264 | 650 | 2,33 | 0,93 | 66,6 | 45 | 42 |
| 21 | „ | Hebekran M | — | 66,6 | 136 | 188 | 705 | 1,34 | 4,84 | 56,4 | 45 | 42 |
| 22 | Cassel | Hebekran 14 | — | 66,6 | 139 | 164 | 474 | 2,34 | 2,34 | 58,9 | 45 | 18 |
| 23 | „ | „ 13 | — | 66,6 | 190 | 202 | 358 | 2,07 | 3,75 | 47,8 | 45 | 18 |
| 24 | „ | „ 9 | — | 66,6 | 323 | 69 | 380 | 1,24 | 4,53 | 40,0 | 45 | 50 |
| 25 | „ | „ 8 | — | 66,6 | 84 | 127 | 516 | 2,37 | 5,3 | 71,2 | 45 | 40 |
| | | | | | **b) Längswerkstätten.** | | | | | | | |
| 26 | Tempelhof | Geteilter Hebekran für 2×40 t | — | 66,6 | 218 | 126 | 970 | 3,74 | 6,4 | 174,5 | 45 | 60 |
| 27 | Göttingen | Hebekran für 100 t | — | 66,6 | 331 | 290 | — | 2,88 | 3,55 | — | 45 | 45 |
| 28 | „ | Leichtkran 5 t | — | 66,6 | — | — | 414 | — | — | 8 | 45 | 60 |

Zusammenstellung 6.

**Dieselbe Tabelle für gleiche Inanspruchnahme 66,6 % und gleiche Längsfahrgeschwindigkeit von 40 m/Min. bei 45 Lokomotivständen.**

| O.-Z. | Eisenbahn-werkstätte | Kranbauart | Arbeitstägliches Arbeiten der Krane an Kesseln Min. | Lokomotiv-gestellen Min. | Sonstigen Teilen Min. | Zahl der täglichen Kraninanspruchnahme für Lokomotiv-gestellen | Kessel | Sonstige Arbeiten | Zusammen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **a) Querwerkstätten.** | | | | | | |
| 29 | Oels alt | Hebekran für 75 t | 146 | 326 | 103 | 4,2 | 2,6 | 2,4 | 9,1 |
| 30 | „ „ | Leichtkran für 5 t | — | — | 645 | — | — | 46.3 | 46,3 |
| 31 | „ neu | Hebekran für 90 t | 342 | 125 | 81 | 4,0 | 7,7 | 4,0 | 15,7 |
| 32 | „ „ | Leichtkran für 6 t | — | — | 638 | — | — | 70,4 | 70,4 |
| 33 | Schwetzingen | Hebekran L für 70 t | 115 | 264 | 650 | 2,3 | 0,9 | 66,6 | 69,8 |
| 34 | „ | Hebekran M für 70 t | 136 | 188 | 705 | 1,4 | 4,8 | 56,4 | 62,6 |
| 35 | Cassel | Hebekran 14 für 60 t | 112 | 132 | 382 | 2,3 | 2,4 | 58,9 | 63,6 |
| 36 | „ | Hebekran 13 für 60 t | 157 | 167 | 298 | 2,1 | 3,8 | 47,8 | 53,7 |
| 37 | „ | Hebekran 9 für 40 t | 330 | 70 | 389 | 1,3 | 4,5 | 40.0 | 45,8 |
| 38 | „ | Hebekran 8 für 60 t | 84 | 127 | 516 | 2,4 | 5,3 | 71,2 | 78,9 |
| | | | 1422 | 1399 | 4407 | 20,0 | 32,0 | 463,9 | 515,9 |
| | | | **b) Längswerkstätten.** | | | | | | |
| 39 | Tempelhof | Geteilter Hebekran 2 × 40 t | 226 | 136 | 1050 | 3,7 | 6,4 | 174,5 | 184,6 |
| 40 | Göttingen | Hebekran für 100 t | 336 | 294 | — | 2,9 | 3,6 | — | 6,5 |
| 41 | „ | Leichtkran für 5 t | — | — | 469 | — | — | 88 | 88 |
| | | | 562 | 430 | 1519 | 6,6 | 10,0 | 262,5 | 279,1 |
| | | | **a) Mittelwert für Querwerkstätten.** | | | | | | |
| 42 | | | 178 | 175 | 550 | 2,5 | 4,0 | 57,9 | 64,0 |
| | | | **b) Mittelwert für Längswerkstätten.** | | | | | | |
| 43 | | | 280 | 215 | 759 | 3,3 | 5,0 | 131,2 | 140,0 |

$\frac{353}{0,666} = 530$ Min. Schwerkrane. Während achtstündiger Schicht steht ein Kran 480, während neunstündiger Schicht 540 Min. zur Verfügung. Bei Querwerkstätten wird man also mit einem Schwerkran und zwei Leichtkranen auskommen. Die Geschwindigkeit der Längsfahreinrichtung mit 40 m/Min. ist hierfür ausreichend; die Geschwindigkeit zu erhöhen ist nicht erforderlich, da sie für die Schwerkrane keinen erheblichen Zeitgewinn bringt und die beiden Leichtkrane nur während $\frac{550}{960} = 57,3\,\%$ der verfügbaren Zeit in Anspruch genommen werden. Diese Betrachtung trifft aber nur zu, wenn der Schwerkran ungeteilt ist. Verwendet man zum Heben der Lokomotiven zwei Schwerkrane von je 80 t Hebekraft, die elektrisch und mechanisch beim Heben der Lokomotiven gekuppelt, sonst aber auch einzeln verwendbar sind, so kommt man mit zwei Hebekranen für je 80 t und einem Leichtkran für 6 t aus, wenn eine neunstündige Arbeitsschicht zugrunde gelegt wird, wie sich aus folgender Rechnung ergibt:

Für das Heben der Lokomotiven sind beide Schwerkrane während 175 Min. täglich beansprucht, müssen also bei 66,6 % Inanspruchnahme während $\frac{175}{0,666} = 262$ Min. verfügbar sein.

Für die Kesselarbeiten genügt ein Kran für 80 t, der während 178 Min. täglich arbeitet und während $\frac{178}{0,666} = 267$ Min. verfügbar sein mufs.

Für andere Arbeiten bleiben diese Krane deshalb noch während $1080 - (2 . 262 + 267) = 289$ Min. verfügbar.

Erforderlich sind für sonstige Arbeiten 828 Min. Die Restzeit, innerhalb der die Hebekrane noch frei sind und die verfügbare Zeit des Leichtkrans zusammen betragen $540 + 289 = 829$ Min., wie es erforderlich ist.

Wird nur eine achtstündige Schicht zur Verfügung sein, so mufs man entweder die höhere Inanspruchnahme der Krane in Kauf nehmen, wobei noch durch Erhöhen der Längsfahrgeschwindigkeit von 40 auf 70 m/Min. etwa 52 Min. gewonnen werden, oder einen zweiten Leichtkran einbauen. Bei zusammen drei Kranen und 70 m/Min. Längsfahrgeschwindigkeit wird die Inanspruchnahme durchschnittlich $\frac{851}{1440} + 165 = \frac{1016}{1440} = 70,5\,\%$, was noch als zulässige äufserste Grenze in Kauf genommen werden kann, da bei höherer Inanspruchnahme die Arbeiter zu lange auf den Kran warten müssen.

Auch bei den Querwerkstätten ohne Schiebebühne, wo der Hebekran auch noch die Lokomotiven einzubringen hat, wird man mit den drei Kranen auskommen, weil die bei den Aufschreibungen erhaltenen Werte für das Heben einer Lokomotive recht grofs sind, wenn man in Betracht zieht, dafs bei guter Vorbereitung das Heben von. Achsen einer Lokomotive nicht mehr als 40 Min. in Anspruch nimmt, während nach den Aufschreibungen sich im Mittel ungefähr die doppelte Zeit ergibt.

b) Längswerkstätten.

Die Aufschreibungen hatten folgende Mittelwerte ergeben:

| | |
|---|---|
| Arbeiten an Lokomotivgestellen . . . | 215 Min. |
| „ „ Kesseln . . . . . . . | 280 „ |
| „ „ sonstigen Teilen . . . | 759 „ |
| Zusammen | 1254 Min. |

Bei 66,6 % Inanspruchnahme müssen die Krane während folgender Zeiten verfügbar sein:

Für Arbeiten an Lokomotivgestellen . 320 Min.
» » » Kesseln . . . . . 420 ».
» » » sonstigen Teilen . . 1140 »
Zusammen 1880 Min.

Für Längswerkstätten kommen nur zwei zusammen arbeitende Hebekrane von je 80 t in Frage: Bei neunstündiger Schicht mit täglich 540 Min. sind beide Krane einzeln für Kesselarbeiten 2.(540 — 320) = 440 Min. verfügbar, reichen also aus.

Um aufserdem mit zwei Leichtkranen auszukommen, mufs die Längsfahrgeschwindigkeit so erhöht werden, dafs der Unterschied bei 40 m/Min. mit ½ (1140 — 1080) = 30 Min. gewonnen wird. Dies tritt ein bei Steigerung von 40 auf 65 m/Min. Der Zeitgewinn beträgt hierbei 2.(74,2 — 45,7) = 57 Min.

Für achtstündige Schicht ergibt sich: Um den Verlust von 60 Min. auszugleichen, müfste bei den Hebekranen die Längsfahrgeschwindigkeit auf über 200 m/Min. erhöht werden. Da jedoch nach früheren Ausführungen nicht über 80 m/Min. gegangen werden soll, wird diese Längsfahrgeschwindigkeit gewählt; sie bringt eine Zeitersparnis von 37 Min. für jeden Kran. Dieser Zeitgewinn infolge der gröfseren Längsfahrgeschwindigkeit ist nur einmal in Ansatz zu bringen, weil die Hebekrane während der Arbeit an Lokomotivgestellen gleichzeitig tätig sind. Während der Verwendung an Kesseln arbeiten die Krane getrennt und unabhängig voneinander, so dafs der hierbei durch die gröfsere Längsfahrgeschwindigkeit Zeitgewinn je für sich zu verbuchen ist. Der Gesamtgewinn beträgt darnach rund 55 Min. Die Inanspruchnahme der Schwerkrane beträgt dann: $\frac{655}{960} = 68\,^0/_0$, was allenfalls noch in Kauf genommen werden kann, wobei auf den Rückhalt hingewiesen wird, der nach den Ergebnissen der Aufschreibungen noch ausgenutzt werden kann.

Die Längsgeschwindigkeit der Leichtkrane wird ebenfalls auf 80 m/Min. festgesetzt. Ihre Inanspruchnahme errechnet sich dann zu $\frac{759-74}{960} = \frac{685}{960} = 70{,}9\,^0/_0$.

c) Die Quer-Längswerkstätten.

Für die bei Quer-Längswerkstätten einzubauenden Krane mufs dasselbe gelten wie für die Längswerkstätten. Es soll deshalb für sie auch sowohl bei den Schwer- wie bei den Leichtkranen die Längsfahrgeschwindigkeit 80 m/Min. gewählt werden.

Zusammenfassend sind also bei den betrachteten fünf Werkformen folgende Krane anzunehmen:

I a) In Querwerkstätten mit Schiebebühne; ein ungeteilter Hebekran für 160 t; Längsformen 40 m/Min., Heben und Senken 2 m Min., Katzenfahren 10 m/Min.

Zwei Leichtkrane für je 6 t; Längsfahren 40 m/Min., Heben und Senken 8 m/Min., Katzenfahren 20 m/Min.

Bei den Leichtkranen soll mit Rücksicht auf den häufigen Wechsel der Last für alle Vergleichsformen die Hub- und Senkgeschwindigkeit 8 m/Min. und die Geschwindigkeit für das Katzenfahren 20 m/Min. gewählt werden.

I b) geteilter Hebekran, also zwei Krane für je 80 t; Längsfahren 70 m/Min., Heben und Senken 2 m/Min., Katzenfahren 10 m/Min.

Einen Leichtkran für 6 t; Längsfahren 70 m/Min., Heben und Senken 8 m/Min., Katzenfahren 20 m/Min.

II. In Querwerkstätten ohne Schiebebühne wie unter I a) und b).

III. In Längswerkstätten mit oder IV. ohne Schiebebühnen.

Zwei Hebekrane für je 80 t; Längsfahren 80 m Min., Heben und Senken 2 m/Min., Katzenfahren 10 m/Min.

Zwei Leichtkrane für je 6 t; Längsfahren 80 m Min., Heben und Senken 8 m Min., Katzenfahren 20 m/Min.

V. In Quer-Längswerkstätten, wie bei Form III.

2. Die Höhe der Richthallen.

Die Bauart der Krane ist von ausschlaggebendem Einflufs auf die Höhe der Richthallen. Ehe daher an die Aufgabe herangetreten werden kann, die jährlichen Betriebskosten der Krane zu ermitteln, müssen Richtlinien für die erforderliche Hallenhöhe aufgestellt werden.

Nach der 3. Beratung des Engeren Ausschusses für Lokomotiven der Deutschen Reichsbahngesellschaft zur Vereinheitlichung der Lokomotiven ist als Umgrenzungslinie für Einheitslokomotiven aufser für die Lokomotiven 1 E - h Gz-Lokomotive und 1 E 1 - h Gz.-Tenderlokomotive die Umgrenzungslinie nach Anlage 1 angenommen worden. Sie umfafst geringfügige Erweiterungen gegenüber der Umgrenzungslinie nach B.O., die der T.E. entsprechen. Der untere Teil ist nach einem ministeriellen Erlafs an das Eisenbahn-Zentralamt (E. VII. D. 3265 vom 15. 1. 1922) gestaltet. Die Höhe des über die Umgrenzung hinausragenden Schornsteinaufsatzes ist mit Rücksicht auf den Betrieb mit elektrischen Lokomotiven auf 4550 mm über Schienenoberkante festgesetzt worden.

Nach Ermittlungen in einer Richthalle mufs eine 2 C 1 Heifsdampf-Sz.-Lokomotive um 1800 mm gehoben werden, damit die Achsen unter der Lokomotive vorgerollt werden können. In gehobenem Zustande ragt also der Schornsteinaufsatz dieser Lokomotive 6350 mm über die Schienenoberkante empor. Gibt man als Zwischenraum zwischen Untergurt Kran und gehobener Lokomotive 450 mm zu, damit der Kran auch über hochgehobene Lokomotiven wegfahren kann, so wird es genügen, die Kranfahrbahn so anzuordnen, dafs der Untergurt des Krans 6800 mm über Schienenoberkante liegt. Da der Kran aber auch zu anderen Hebe- und Förderarbeiten herangezogen werden mufs, so wird der Raum von 1800 mm über Schornsteinaufsatz der abgelassenen Lokomotive nicht genügen. Es ist deshalb nach bewährten Ausführungen der Abstand von dem Untergurt des Krans bis Schienenoberkante zu 7500 mm gewählt worden.

Hierbei mufs darauf verzichtet werden, den Kessel über eine auf Achsen oder in gleicher Höhe ohne Achsen stehende Lokomotive hinweg mit dem Kran befördern zu können. Der Kessel mufs vielmehr seitlich auf einen Kesselbeförderungswagen auf die Schiebebühne gebracht und von dort aus befördert werden. Soll auch der Kessel von dem Kran seitwärts über andere Lokomotiven befördert werden, so mufs entweder der Kran so gebaut werden, dafs der Kessel innerhalb der beiden Kranbrückenträger hoch genug gezogen werden kann; bei einer Bauhöhe des Kessels von Unterkante Feuerbuchsbodenring bis Oberkante Schornsteinaufsatz von 3150 mm beträgt dieses Mafs: 4550 + 3150 — 7500 + 450 = 650 mm.

Dies läfst sich aber ohne weiteres durchführen. Bei den in Aussicht genommenen Kranen ist diese Möglichkeit auch vorgesehen worden. Siehe Textabb. 3.

Bei den Werken ohne Schiebebühne, bei denen eine Lokomotive über die andere entweder quer oder längs durch den Kran befördert werden mufs, beträgt der Abstand der Oberkante des Schornsteinaufsatzes bei höchstem Pufferstande und einem Spielraum zwischen der Oberkante des Schornsteinaufsatzes der stehenden Lokomotive und der Unterkante der Radlauffläche von 450 mm von der Schienenoberkante 9590 mm. Nach bewährten Ausführungen ist dieses Mafs auf 10000 mm aufgerundet worden. Die Höhenlage der Kranbahn, die in der Textabb. 4 zu 10000 mm angenommen ist, hängt von der Bauart des Kranes ab, inwieweit es gelingt, die Lokomotive innerhalb der Kranbrücken oder bei zwei Kranen innerhalb der Krane hoch zu winden, wovon letzten Endes die Hallenhöhe abhängt.

Wird noch eine besondere Kranbahn für die Leichtkrane genommen, so bestimmt bei unserer Anordnung der Leichtkrane über den Hebekranen die Bauhöhe dieser Krane die Erhöhung der Hallen in Rücksicht auf sie. Als gängige Mafse

nach guten Ausführungen sind in der Textabb. 4 diese Mafse zu 12500 und 14300 mm gewählt worden.

Hub 1,8 m

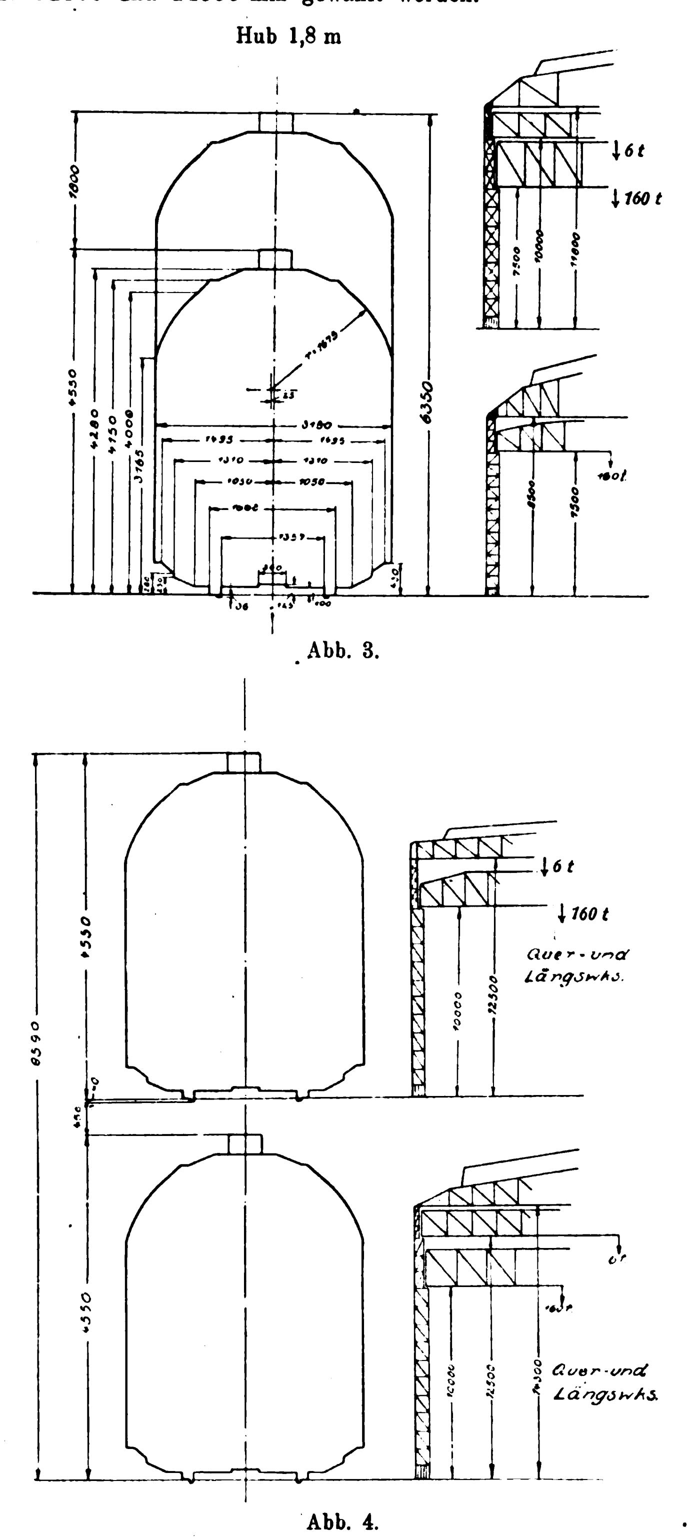



Abb. 3.

Abb. 4.

### 3. Die Musterformen der zum Vergleich herangezogenen Werkstätten.

Nach den bisher festgelegten Richtlinien sind nunmehr die Seite 377 angegebenen fünf Werkstättengrundrisse und die zugehörigen Hallenquerschnitte der Richthallen entworfen worden. Taf. 27, Abb. 1 bis 10.

Da aus den Zeichnungen alles Erforderliche ersichtlich ist, kann von einer eingehenden Beschreibung abgesehen werden. Nur soviel mag erwähnt werden, dafs bei den Querwerkstätten die Einfahrt zur Verkürzung der Förderwege der Krane in die Hallenmitte gelegt worden ist. Nach Entnahme der Lokomotivgeräte in einem am Einfahrgleis gelegenen Schuppen gelangt die Lokomotive in die Kesselschmiede, wo erforderlichenfalls der Kessel abgehoben wird, nachdem vorher der Tender bei Lokomotiven mit Schlepptendern entweder abgekuppelt im Abstellgleis aufgestellt oder in der Tenderwerkstätte zurückgeblieben war. Nach Abnahme des Kessels rollt der Lokomotivwagen auf den Abrüststand der Richthalle. Die Nebengebäude, Stofflager und die Nebenwerkstätten einschliefslich Krafterzeugung sind bei allen Entwürfen mit **gleichen** Grundflächen vorgesehen worden. Ebenso sind die Aufstellgleise überall in gleicher Länge entworfen worden, damit auch ein Vergleich des Geländebedarfs möglich ist.

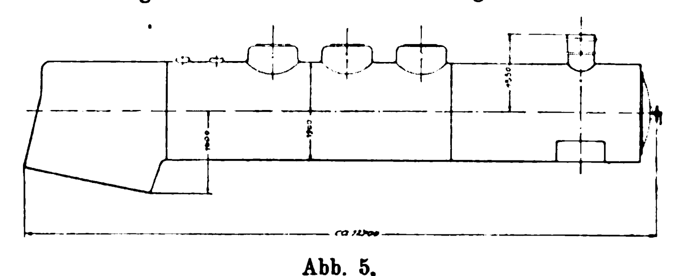


Abb. 5.

### 4. Bauform der Krane.

Mit diesen Unterlagen sind die namhaften deutschen Kranbaufirmen zu einem Angebot aufgefordert worden, wobei zur Aufgabe gestellt war, jeweils die niedrigsten Hallenhöhen zu erzielen. Die günstigsten und wirtschaftlichsten Kranformen die sich dabei ergeben haben, sind bei dem späteren Kostenvergleich zugrunde gelegt.

### 5. Die Betriebskosten der Krane.

Nachdem sowohl die Bauformen der Richthallen wie die der Laufkrane in grofsen Umrissen festgelegt sind, mufs eine einheitliche Vergleichsgrundlage für den Vergleich der Betriebskosten gewählt werden. Die Einheitlichkeit ist wohl am besten gewahrt, wenn die jährlichen Gesamtbetriebskosten der Laufkrane für einen Lokomotivstand ermittelt werden, insbesondere weil bei den hier in Frage kommenden Richthallenformen im grofsen ganzen gleiche Leistungsfähigkeit angenommen werden kann.

Um die einzelnen Bestandteile der Betriebskosten zu erhalten, ist die Zusammenstellung 7 aufgestellt worden. In Spalte 4 sind Preise nach dem Stande des Geldmarktes im 2. Vierteljahr 1924 angegeben. — Spalte 9. Für Verzinsung sind 4 v. H., für Abschreibung 7,5 v. H. eingesetzt nach den Abschreibungssätzen des Vereins Deutscher Maschinenbauanstalten, Maschinenmarkt Pöfsneck Nr 61/1925. Beilage Steuerwacht, Seite 3. — Spalte 11. Hier sind die Lohnkosten für den Kranführer aufgenommen. Da die Zahl der Krane so bemessen ist, dafs sie genügend in Anspruch genommen werden, kann der Kranführer zu anderen Arbeiten nicht herangezogen werden. Er kann nur noch die kleinen laufenden Reinigungsarbeiten seines Krans mitbesorgen. — Spalten 12 bis 16 enthalten die Löhne, die den Richtkolonnen für die Arbeit beim Heben, wie Einhängen der Querbalken, Untersetzen der Querbalken und Absetzen der Lokomotive auf die Böcke bezahlt werden. Vier Mann sind für erforderlich gehalten worden, im Gegensatz zu **Spiro**, der nur zwei Mann annimmt. Aufserdem sind hier auch die Lohnkosten für die anderen Arbeiten des Kranes enthalten, die der Kran zur vollständigen Ausnützung aufser den eigentlichen Lokomotivhebearbeiten zu leisten hat.

Um die Entstehung der Zahlen in den Spalten 13 bis 16 zu zeigen, soll die Berechnung für den Kran O.-Z. 1 ausgeführt werden.

## Zusammenstellung 7.
### Betriebskosten der Krane.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| O.-Z. | Werkstätte-Form | Kran-Form | Beschaffungskosten | Tragkraft | Spannweite | Zahl der Krane | Für einen Ausbesserungsstand betragen die Kosten: Der Beschaffung | Verzinsung und Abschreibung | Unterhaltung | Für Bedienung der Krane: Jährliche Gesamtkosten | für ein Stand im Jahre | Lohnkosten beim Arbeitsstück: Zahl der Arbeiter | Dauer der Arbeit täglich | täglich | Jährlich für ein Stand | Stromkosten: Jährlich für ein Stand | Jährliche gesamte Betriebskosten für ein Stand |
| | | | M | t | mm | | M | M | M | M | M | | Min. | M | M | M | M |
| 1 | I a) Querwerkstätte mit Schiebebühne | Ungeteilter Hebekran | 64 200 | 160 | 16 200 | 1 | 1428 | 164 | 21,4 | 2702 | 60,5 | 4 | 175 | 6,31 | 42,06 | 14,05 | |
| | | | | | | | | | | | | 4 | 178 | 6,41 | 42,73 | 13,50 | |
| | | Leichtkran | 10 925 | 6 | 16 200 | 2 | 485,4 | 55,6 | 7,27 | 5404 | 121,0 | 2 | 550 | 9,90 | 66,00 | 34,06 | 642,17 |
| 2 | I b) Querwerkstätte mit Schiebebühne | Geteilter Hebekran | 44 050 | 80 | 16 200 | 2 | 1960 | 225 | 29,4 | 5404 | 121,0 | 4 | 165 | 5,94 | 39,50 | 12,50 | |
| | | | | | | | | | | | | 4 | 168 | 6,04 | 40,20 | 5,93 | |
| | | Leichtkran | 11 250 | 6 | 16 200 | 1 | 250 | 28,7 | 3,75 | 2702 | 60,5 | 2 | 181 | 3,25 | 21,62 | 39,3 | |
| | | | | | | | | | | | | 2 | 338 | 5,98 | 39,80 | 18,34 | 675,54 |
| 3 | II a) Querwerkstätte ohne Schiebebühne | Ungeteilter Hebekran | 60 500 | 160 | 16 300 | 1 | 1345 | 155 | 20,2 | 2702 | 60,5 | 4 | 175 | 6,31 | 42,05 | 24,71 | |
| | | | | | | | | | | | | 4 | 178 | 6,41 | 42,73 | 22,93 | |
| | | Leichtkran | 11 075 | 6 | 17 300 | 2 | 492 | 56,5 | 7,36 | 5404 | 121,0 | 2 | 550 | 9,90 | 66,00 | 38,66 | 657,65 |
| 4 | II b) Querwerkstätte ohne Schiebebühne | Geteilter Hebekran | 41 800 | 80 | 16 300 | 2 | 1840 | 212 | 27,6 | 5404 | 121,0 | 4 | 165 | 5,94 | 39,50 | 22,66 | |
| | | | | | | | | | | | | 4 | 168 | 6,04 | 40,20 | 10,88 | |
| | | Leichtkran | 11 500 | 6 | 17 300 | 1 | 256 | 29,4 | 3,84 | 2702 | 60,5 | 2 | 181 | 3,25 | 21,62 | 39,20 | |
| | | | | | | | | | | | | 2 | 338 | 5,98 | 39,80 | 24,82 | 693,02 |
| 5 | III. Längswerkstätte mit Schiebebühne | Geteilter Hebekran | 45 000 | 80 | 19 000 | 2 | 2000 | 230 | 30,0 | 5404 | 121,0 | 4 | 206 | 7,42 | 49,46 | 30,57 | |
| | | | | | | | | | | | | 4 | 238 | 8,56 | 57,06 | 13,90 | |
| | | Leichtkran | 11 125 | 6 | 19 000 | 2 | 495 | 57 | 7,43 | 5404 | 121,0 | 2 | 675 | 24,30 | 162,00 | 67,0 | 946,42 |
| 6 | IV. Längswerkstätte ohne Schiebebühne | Geteilter Hebekran | 45 500 | 80 | 19 000 | 2 | 2020 | 232 | 30,3 | 5404 | 121,0 | 4 | 206 | 7,42 | 49,46 | 35,38 | |
| | | | | | | | | | | | | 4 | 238 | 8,56 | 57,06 | 16,06 | |
| | | Leichtkran | 11 700 | 6 | 19 500 | 2 | 520 | 59,8 | 7,8 | 5404 | 121,0 | 2 | 675 | 24,30 | 162,00 | 92,30 | 984,10 |
| 7 | V. Querlängswerkstätte ohne Schiebebühne | Geteilter Hebekran | 44 100 | 80 | 19 000 | 2 | 1952 | 224 | 29,3 | 5404 | 121,0 | 4 | 206 | 7,42 | 49,46 | 34,27 | |
| | | | | | | | | | | | | 4 | 238 | 8,56 | 57,06 | 15,58 | |
| | | Leichtkran | 11 775 | 6 | 20 000 | 2 | 523 | 60,2 | 7,85 | 5404 | 121,0 | 2 | 675 | 24,30 | 162,00 | 110,20 | 991,91 |

Als mittlerer Lohn für die vier beteiligten Arbeiter wird nach dem Stande der Löhne im 2. Vierteljahr 1924 ein durchschnittlicher Stundenlohn von 0,54 Goldmark angenommen, worin alle sozialen Zuschläge enthalten sind. Für die Arbeiten am Lokomotivgestell werden nach den Ausführungen Seite 29/30 arbeitstäglich 17,5 Minuten = 2,92 Std. in Anspruch genommen. Die Kosten an Lohn hierfür betragen also: $2{,}92 \cdot 0{,}54 \cdot 4 = 6{,}31$ *M*. Die jährlichen Kosten für einen Stand betragen: $6{,}31 \cdot \frac{300}{45} = 42{,}06$ *M*.

Kosten des Kesselhebens:

Für die Arbeiten an Kesseln werden arbeitstäglich 178 Min. benötigt und eine Schlossergruppe aus einem Vorschlosser und drei Schlossern in Anspruch genommen.

Durchschnittsstundenlohn 0,54 *M*.

Die täglichen Kosten betragen: $0{,}54 \cdot 4 \cdot \frac{178}{60} = 6{,}41$ *M*.

Die jährlichen Kosten betragen für einen Stand:

$$6{,}41 \cdot \frac{300}{45} = 42{,}73 \text{ M.}$$

Lohnkosten der sonstigen Kranarbeit:

550 Min. tägliche gesamte Inanspruchnahme. Es werden zwei Mann Bedienungsmannschaften außer dem Kranführer erforderlich: $0{,}54 \cdot 2 \cdot \frac{550}{60} = 9{,}90$ *M*.

Die jährlichen Kosten für einen Stand betragen:

$$9{,}90 \cdot \frac{300}{45} = 66{,}00 \text{ M.}$$

Spalte 17. Stromkosten.

Da einwandfreie Aufschreibungen für die vorliegenden Verhältnisse mangels besonderer Zähler für die Krane nicht erhältlich sind, ist hier versucht worden, die Kosten durch einen Durchschnittswert zu erfassen, der errechnet ist, wobei

aber die Angaben von Kranbaufirmen über den Stromverbrauch berücksichtigt sind.

**Ia) Querwerkstätte mit Schiebebühne.**

1. Hebekran ungeteilt.

*α) Lokomotivheben.*

Längsfahren. Motorstärke 2,45 = 90 PS = 66,3 kW. Für eine Stellungsänderung kommt ein durchschnittlicher Anfahrweg von 75 m in Frage. Bei 40 m/Min. Geschwindigkeit beträgt der Stromverbrauch $\frac{75 . 60 . 66,3}{40 . 0,87 . 3600} = 2,37$ kWst; bei Stromkosten 0,1 ℳ/kWst = 0,237 ℳ.

Bei Querwerkstätten kommen täglich durchschnittlich 2,5 Stellungswechsel vor, also erwachsen täglich 0,237 . 2,5 = = 0,5925 ℳ.

Heben. Das Hubwerk hat folgenden Weg zu leisten:

| | |
|---|---|
| Ohne Last Ablassen der Querträger . . . | 7 m |
| » » Hochnehmen der Querträger . | 7 m |
| | 14 m |
| mit Last Anheben . . . . . . . . . | 1,5 m |
| » » Absetzen . . . . . . . . . | 1,5 m |
| | 3,0 m |

| | |
|---|---|
| Stromverbrauch ohne Last, Motorstärke 2 . 56 PS = 2 . 41,216 kWst . . . | 3,68 kWst |
| Stromverbrauch mit Last . . . . . | 2,36 » |
| Zusammen . | 6,04 kWst. |

Katzenfahren. Motorstärke 2 . 7 PS = 2 . 5,15 kW; Weg geschätzt zu 1 m. Stromverbrauch 0,02 kW. Täglicher Gesamtverbrauch des Hebekrans bei durchschnittlich 2,5 Hebungen 2,5 (2,37 + 6,04 + 0,02) = 2,5 . 8,43 kWst = 21,10 kWst, bei 0,10 ℳ Stromkosten = 2,11 ℳ arbeitstäglich. Für einen Stand jährlich $\frac{2,11 . 300}{45} = 14,00$ ℳ.

*β) Kesselarbeit.*

Mit Befördern von Kesseln wird der Kran durchschnittlich täglich viermal in Anspruch genommen. Der Stromverbrauch für eine Inanspruchnahme wird wegen des geringen Gewichts $\frac{3}{5}$ des Verbrauchs beim Lokomotivheben betragen, also täglich $\frac{3}{5} . 8,43 . 4 = 20,2$ kWst.

Kostenaufwand 0,02 ℳ. Für einen Stand jährlich $2,02 . \frac{300}{45} = 13,50$ ℳ.

2. Die Leichtkräne

sind durchschnittlich täglich 58 mal gebraucht worden. Der Kraftverbrauch und die Kosten dafür werden betragen:

für Längsfahren 75 m Weg,
Motorstärke 5 PS = 3,68 kW . . . . 0,132 kWst,
für Heben 3 × 7 m,
Motorstärke 16 PS = 11,77 kW . . . . 0,59 kWst,
für Katzenfahren 14 m,
Motorstärke 3 PS = 2,20 kW . . . . 0,0294 kWst,
zusammen 0,7514 kWst.

Bei durchschnittlich täglich 58 maligem Gebrauch der Leichtkrane betragen die jährlichen Kosten für einen Stand $0,07514 . 58 . \frac{300}{45} = 34,06$ ℳ.

**Ib) Querwerkstätten mit Schiebebühne.**

1. Hebekran geteilt.

*α) Lokomotivheben.*

Längsfahren. Motorstärke 2 . 27 PS = 39,7 kW. Stromverbrauch für eine Fahrt 0,815 kWst, für beide Krane 1,63 kWst.

Heben. Motorstärke 2 . 27 PS = 39,7 kW. Stromverbrauch für eine Lokomotive heben und absetzen:

| | |
|---|---|
| ohne Last . . . . . . . . . . . . . | 3,54 kWst |
| mit Last . . . . . . . . . . . . . | 2,28 » |
| Zusammen | 5,82 kWst. |

Katzenfahren. Motorstärke 2 . 5 PS = 2 . 3,68 kW. Stromverbrauch 0,0282 kWst.

Täglicher Gesamtverbrauch der beiden Hebekrane bei durchschnittlich 2,5 maligem Gebrauch beim Heben von Lokomotiven 2,5 (1,63 + 5,82 + 0,028) = 2,5 . 7,478 = 18,7 kWst. Stromkosten 1,87 ℳ.

Für einen Stand jährlich $1,87 . \frac{300}{45} = 12,50$ ℳ.

*β) Kesselarbeit.*

Da bei Ausführung von geteiltem Hebekran für das Kesselheben, -befördern usw. nur ein 80 t-Kran benötigt wird, der nur mit etwa halber Last beansprucht wird, wird der Stromverbrauch bei durchschnittlich 4 mal täglicher Inanspruchnahme für derartige Arbeiten geschätzt auf

$$\frac{3}{5} . \frac{7 . 478}{2} . 4 = 8,9 \text{ kWst}$$

Kosten für einen Stand jährlich $0,89 . \frac{300}{45} = 5,93$ ℳ.

Der während der Kesselhebe- und -transportarbeiten freie Lokomotivhebekran hat noch an den sonstigen Beförderungsarbeiten im Verhältnis der Arbeitszeiten, wie Seite 382 ausgeführt ist, teilzunehmen, d. i. im Verhältnis von $\frac{289}{828} = 0,35$. Er wird also 0,35 . 58 = rund 20 mal täglich hierfür in Anspruch genommen.

Der Stromverbrauch für eine Inanspruchnahme wird betragen: Längsfahren 0,49 kWst, Heben 2,4 kWst, Katzenfahren 0,0591 kWst, zusammen täglich 2,95 kWst.

Kosten jährlich für einen Stand $0,295 . 20 . \frac{300}{45} = 39,3$ ℳ.

2. Leichtkran.

| | |
|---|---|
| Längsfahren. Motorstärke 7 PS = 5,15 kW . | 0,105 kWst |
| Heben 3 × 7 m, Motorstärke 16 PS = 11,78 kW | 0,59 kWst |
| Katzenfahren desgl. wie bei Ia, also . . | 0,0294 kWst |
| Zusammen . | 0,724 kWst. |

Kosten für einen Stand jährlich $0,0724 . \frac{300}{45} . 38 = 18,34$ ℳ.

6. Die Betriebskosten der Richthallen mit Einschlufs der Schiebebühnen.

Um die Betriebskosten der Richthallen zu ermitteln, ist zunächst anhand der Entwürfe für die Bauform Ia, Querwerkstätte mit Schiebebühne, eine Massenberechnung aufgestellt. Daraus sind die genauen Baukosten der Hallenform Ia ermittelt worden. Aus diesen Ergebnissen ist ein Einheitspreis für den Kubikmeter umbauten Raum festgestellt worden, mit Hilfe dessen die übrigen Baukosten unter Berücksichtigung der Kosten für die Schiebebühne ermittelt worden sind. Um die Probe auf die Richtigkeit dieses Vorgehens zu machen, ist eine andere Halle ohne Schiebebühne in gleicher Weise durch Massenberechnung ermittelt worden. Es haben sich folgende Werte für einen Kubikmeter umbauten Raum ergeben:

| | |
|---|---|
| für die Querwerkstätte mit Schiebebühne . | 8,70 ℳ |
| » » » ohne » . | 8,25 ℳ |
| » » » mit » . | 8,70 ℳ |
| » » » ohne » . | 8,25 ℳ und |
| » » Querlängswerkstätte ohne Schiebebühne . . . . . . . . | 8,25 ℳ |

Das Ergebnis dieser Berechnung ist in der Zusammenstellung 8 zusammengefafst.

## Zusammenstellung 8.
### Betriebskosten der Hallen einschliefslich Schiebebühnen.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 6 | 7 | 8 | | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| O.-Z. | Werkform | Kranformen | Erforderliches Gelände qm | Mehrkosten für Geländeverzinsung gegenüber kleinster Fläche im ganzen | für einen Stand | Umbauter Raum der Richthallen cbm | Gesamte Kosten der Richthallen einschliefslich Schiebebühnen ℳ | Unterhaltung, Verzinsung und Abschreibungsanteil ganz 7 v. H. | für einen Stand und Jahr | Beheizungskosten für einen Stand und Jahr ℳ | Gesamte Betriebskosten der Hallen für einen Stand und Jahr ℳ | Hallenbetriebskosten + Mehrkosten für gröfseren Geländebedarf Sp. 5 + Sp. 10 ℳ | Bemerkungen |
| 1 | Ia) Querwerkstätte mit Schiebebühne | Ungeteilter Hebekran mit zwei Leichtkranen | 220436 | 664 | 3,7 | 226590 | 1971316 | 138000 | 1530 | 320 | 1850 | 1853,7 | |
| 2 | Ib) Querwerkstätte mit Schiebebühne | Geteilte Hebekrane mit einem Leichtkran | 220436 | 664 | 3,7 | 226590 | 1971316 | 138000 | 1530 | 320 | 1850 | 1853,7 | |
| 3 | IIa) Querwerkstätte ohne Schiebebühne | Ungeteilter Hebekran mit zwei Leichtkranen | 214898 | Kleinster Flächenbedarf | | 238500 | 1967642 | 137500 | 1528 | 393 | 1921 | 1921 | |
| 4 | IIb) Querwerkstätte ohne Schiebebühne | Geteilte Hebekrane mit einem Leichtkran | 214898 | Kleinster Flächenbedarf | | 247520 | 2042064 | 143000 | 1590 | 408 | 1998 | 1998 | |
| 5 | III. Längswerkstätte mit Schiebebühne | Geteilte Hebekrane mit zwei Leichtkranen | 250765 | 4300 | 20 | 193268 | 1581432 | 117700 | 1307 | 319 | 1626 | 1650 | |
| 6 | IV. Längswerkstätte ohne Schiebebühne | Geteilte Hebekrane mit zwei Leichtkranen | 275837 | 7300 | 40 | 198020 | 1633649 | 114200 | 1270 | 327 | 1597 | 1637 | |
| 7 | V. Querlängswerkstätte ohne Schiebebühne | Geteilte Hebekrane mit zwei Leichtkranen | 221831 | 830 | 4,0 | 216400 | 1785267 | 125000 | 1389 | 357 | 1746 | 1750,6 | |

Die Spalte 5 enthält den Anteil der Kosten für das gröfsere Gelände, das gegenüber dem Werk II mit kleinstem Geländebedarf erforderlich ist. Der Betrag ist für einen Geländepreis von 3 ℳ/qm sowohl im ganzen als auch für einen Stand im Jahr angegeben. Der letztere Anteil ist unter Annahme einer Verzinsung von 4 v. H. und den 90 Ständen nach vollständigem Ausbau errechnet.

In der Spalte 8 ist als Verzinsung und Abschreibungsanteil 7 v. H. der Bausumme angenommen worden.

In Spalte 9 sind die Kosten für die Heizung für einen Stand und für ein Jahr aufgenommen worden. Als Grundlage für die Ermittlung der Heizungskosten ist angenommen worden, dafs für die Heizung im mittleren Durchschnitt während der Heizzeit 10 WE. stündlich für 1 cbm umbauten Raum erforderlich sind. Die Kosten für die Erzeugung von 1 Million WE. sind dabei nach den Ergebnissen des Betriebshalbjahres im Winter 1924/25 der Lokomotivabteilung des Eisenbahn-Ausbesserungswerkes Trier wie folgt ermittelt worden:

Betriebskosten zur Erzeugung von 1 000 000 WE. für die Beheizung der Lokomotivrichthallen des Ausbesserungswerkes Trier.

| Anlagekosten: | | |
|---|---|---|
| | Kesselanlage . . | 57 273,00 ℳ |
| | Kohlenförderanlage | 9 025,00 ℳ |
| | Rohrleitungen . . | 1 338,00 ℳ |
| | Kesselspeisepumpe | 4 840,00 ℳ |
| | Kesselhaus . . . | 80 000,00 ℳ |
| | Zusammen . | 152 476,00 ℳ. |

Auf einen Monat entfallen mithin 6039 + 6666 ℳ, da die Kesselanlage das ganze Jahr im Betriebe ist.

Betriebskosten:

| | |
|---|---|
| Abschreibung und Verzinsung mit 20% des Anlagekapitals der Kessel usw. von 6039,— ℳ = . . . . . . . . . | 1 208,00 ℳ |
| Des Hauses mit 7% von 6660 ℳ = . . . | 466,00 ℳ |
| Unterhaltung der Kesselanlage, Rohrleitungen usw. = 2% des Anlagekapitals = . | 121,00 ℳ |
| Unterhaltung (Löhne) = (26 Arbeitstage, zwei Arb.) . . . . . . . . . | 300,00 ℳ |
| Bedienung der Kessel (zwei Kesselwärter, ein Schlackenfahrer) (26 Arbeitstage) . | 523,75 ℳ |
| Kohlenverbrauch durchschnittlich monatlich 209 554 kg; 1000 kg = 17,50 ℳ ab Zeche, hierzu 10% für Fracht = 19,25 ℳ | 4 033,92 ℳ |
| Durchschnittlich verdampftes Wasser 1280 cbm, 1 cbm = 0,075 ℳ . . . . . . . | 95,80 ℳ |
| Gesamtbetriebskosten in einem Monat . . . | 6 748,47 ℳ. |

Bei 1280000 kg erzeugtem Dampf errechnen sich die Kosten für 1000 kg Dampf zu 5,27 ℳ.

209554 kg Kohlen mit einem Heizwert von 7300 WE. enthalten 1 529 744 000 WE.

Bei einem Wirkungsgrad des Kessels $\eta_k = 0,65$ werden mithin auf den Dampf übertragen . . . 994 333 730 WE.

Für Verluste in den Dampfleitungen sind davon etwa 20% in Abzug zu bringen = . . . . . . . . . . 198 866 746 WE.

Mithin gesamte im Dampf enthaltene nutzbare Wärmemenge . . . . . . . 795 466 984 WE.

Kosten für 1 Million nutzbare WE. mithin $\frac{6748,47}{795,467} = 8,48$ *M.*

Es zeigt sich hier, dafs die Beheizungskosten durchaus nicht zu vernachlässigen sind, da sie ungefähr das 0,20 bis 0,25 fache der Kosten für die Verzinsung, Abschreibung der Bausumme und für die Unterhaltung der Halle betragen.

In der Spalte 11 sind die gesamten Hallenbetriebskosten und die Mehrkosten für den gröfseren Geländebedarf der verschiedenen Werkstattformen zusammengestellt.

### C. Schlufsfolgerung.

Wird das Ergebnis für die Betriebskostenberechnung der Krane für einen Stand im Jahr und die Betriebskosten der Halle einschliefslich Schiebebühne und Mehrkosten für gröfseren Geländebedarf zusammengefafst, so ergibt sich ein Betrag, der die gesamten Betriebskosten für den Betrieb der Lokomotivrichthalle ausschliefslich der Neben- und Zubringerwerkstätten, Stofflager usw. darstellt. Dieses Ergebnis ist in der nachfolgenden Zusammenstellung zusammengefafst:

Hierbei ergibt sich, dafs die Werkstättenform Ia, Querwerkstätte mit Schiebebühne, mit einem ungeteilten Hebekran zu 160 t und zwei Leichtkranen zu 6 t, die niedrigsten Betriebskosten für einen Stand aufweist.

Dabei darf aber nicht aufser Acht gelassen werden, dafs keine besondere Fahrbahn für die Leichtkrane vorgesehen ist. Wenn man sich zu entscheiden hat, welche Werkstättenform für einen Neubau in Betracht kommt, wird man nicht unterschätzen dürfen, dafs im Betrieb das Fehlen der besonderen Fahrbahn für Leichtkrane recht unliebsame Verzögerungen verursachen wird, die die ganze planmäfsige Förderung und damit die ganze Fertigung stören. Leider läfst sich dies durch eine wirtschaftliche Berechnung nicht erfassen.

Zusammenstellung 9.

| Ziffer | Werkform | Schiebebühne | Krane | Betriebskosten der | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Krane | Hallen | Heizung | Gelände | Gesamt |
| | | | t | *M* | *M* | *M* | *M* | *M* |
| 1 | I a) Querwerkstätte ohne bes. Fahrbahn für Leichtkrane | mit | 1 × 160 + 2 × 6 | 642,1 | 1530 | 320 | 3,7 | 2495,8 |
| 2 | Ib) Querwerkstätte ohne bes. Fahrbahn für Leichtkrane | mit | 2 × 80 + 1 × 6 | 675,5 | 1530 | 320 | 3,7 | 2529,2 |
| 3 | IIa) Querwerkstätte mit bes. Fahrbahn für Leichtkrane | ohne | 1 × 160 + 2 × 6 | 657,6 | 1528 | 393 | — | 2578,6 |
| 4 | IIb) Querwerkstätte mit bes. Fahrbahn für Leichtkrane | ohne | 2 × 80 + 1 × 6 | 693,0 | 1590 | 408 | — | 2691,0 |
| 5 | III. Längswerke ohne bes. Fahrbahn für Leichtkran | mit | 2 × 80 + 2 × 6 | 946,4 | 1307 | 319 | 24 | 2596,4 |
| 6 | IV. Längswerkstätte mit bes. Fahrbahn für Leichtbrane | ohne | 2 × 80 + 2 × 6 | 984,1 | 1270 | 327 | 40 | 2621,1 |
| 7 | V, Querlängswerkstätte mit bes. Fahrbahn für Leichtkrane | ohne | 2 × 80 | 991,9 | 1389 | 357 | 4,6 | 2742,5 |

Vergleicht man die Ergebnisse der Werke mit besonderer Fahrbahn für Leichtkrane, dann hat die Querwerkstätte mit ungeteiltem Hebekran, ohne Schiebebühne, mit besonderer Fahrbahn für die Leichtkrane, die geringsten Betriebskosten für einen Stand im Jahre aufzuweisen.

## Der Lagerdienst in den Eisenbahn-Ausbesserungswerken.

Von Ober-Regierungsbaurat a. D. Lüders in Berlin-Grunewald.

### 1. Einleitung*).

Der Lagerdienst besteht in der Hauptsache in dem Empfang, in der Abnahme, in der Lagerung und pfleglichen Behandlung sowie in der Abgabe der Lagervorräte. Er leidet vor allem unter den veralteten, jedoch noch heute gültigen Bestimmungen der Finanzordnung, denen, im Jahre 1895 geschaffen, der damals in den Hauptwerkstätten vorherrschende handwerksmäfsige Betrieb zugrunde gelegt ist, während sie auf den heute fast überall bestehenden Grofsbetrieb mit wissenschaftlicher Betriebsführung und wirtschaftlicher Fertigung wie Gedingewesen, Arbeits-Vorbereitung, Zeitaufnahmen, Vorrats- und Austauschbau, Fristen- und Förderwesen nicht mehr zutreffen. Daneben ist schon lange als Übelstand empfunden, dafs die Verwalter der Lager und damit grofser Werte nicht die genügende Vorbildung für den Lagerdienst in technischer Beziehung gehabt haben.

Das Lagerwesen ist im wesentlichen auf die Werkstoffe, Bau- und Betriebsstoffe beschränkt. Für Werkzeuge und Geräte bestehen besondere Vorschriften, die im Jahre 1895 bei dem geringen Umfang und der Einfachheit der Werkzeuge zweckentsprechend gewesen sind, heute jedoch bei den vielen Werkzeugen verwickelter Bauart und den verschiedenen Stahlsorten nicht mehr zutreffen, namentlich nicht mehr in bezug auf gemeinsame Lagerung mit den Geräten und auf die Lagerverwaltung mit Beamten nichttechnischer Vorbildung. Für die Ersatzstücke hat es keine Zentralverwaltung und keine einheitlichen Vorschriften gegeben. Ein Teil der Ersatzstücke ist als Werkstoffe behandelt und im Werkstofflager untergebracht. Für einen anderen Teil, die bisherigen Aushilfs- oder Reserveteile, hat jeder Werkmeister (jetzige Oberwerkmeister) für seinen Bereich ein besonderes Lager, das jedoch unwirtschaftlich und unübersichtlich in allen möglichen Winkeln ein kümmerliches Dasein geführt hat. Für diese Lager mufs zwar ein Verzeichnis und ein Lagerbuch geführt werden, jedoch sind diese meist nicht in Ordnung gewesen; während an einer Stelle Teile in Überflufs lagerten, herrschte an anderer Stelle Mangel an gleichen Teilen, so dafs neue beschafft werden mufsten. Lagerzeichen waren nur bei den Ersatzstücken vorhanden, die zum Werkstofflager gehören; bei den anderen Ersatzstücken, namentlich bei denen, die zur unmittelbaren Verwendung beschafft werden, ist von Lagerzeichen und richtiger Kontrolle nicht die Rede.

Der schwerste Fehler ist jedoch das Fehlen von Sortennummern, so dafs innerhalb einer Stoffnummer Gegenstände mit den verschiedensten Abmessungen sich ansammeln. Für die Ermittlung der Materialwerte bei der Vollabrechnung sind Sortennummern nicht zu entbehren.

Auch die Beschaffungen durch die Zentralstellen haben dazu geführt, dafs heute der Bedarf für einen zu weit vorliegenden Zeitpunkt, demnach unrichtig angegeben werden mufs

*) Die einleitenden Ausführungen beziehen sich zunächst auf die Verhältnisse der ehem. preufsisch-hessischen Staatseisenbahnen, sie sind aber wohl auch für die übrigen ehem. Länderverwaltungen als zutreffend anzusehen. Die Schriftleitung.

und dafs die Bestände häufig zu grofs sind. Hier sind Mafsnahmen nötig, die das Anwachsen der Bestände verhüten und dafür sorgen, dafs Anlieferungen über die Anmeldung der Werke hinaus im Besitz der Zentralstellen verbleiben.

Die Kosten der Lagerverwaltung mit ihren Gehältern, Hilfslöhnen usw. sind ausschliefslich zu Lasten des Werkes gegangen, so dafs, weil nicht ermittelt, ihre richtige Anrechnung nicht erfolgen konnte.

Ein Teil dieser Mifsstände ist seit der Umstellung der Hauptwerkstätten in Eisenbahn-Ausbesserungswerke zwar behoben, so ist z. B. inzwischen die Stoffwirtschaft mit technischen Kräften durch den Abteilungsleiter der Stoffabteilung, durch seinen Werkingenieur und den Abnahmebeamten durchsetzt und durch Zentralisierung der Ersatzstücke, durch Einführung der Sortennachweise, durch Einführung von Materialverlangzetteln anstelle des Verlangbuches, das für die Erfassung der Kosten der einzelnen Aufträge ungeeignet ist, durch Einführung von Karteien in den Lagern, durch Einführung von Stoffverzeichnissen mit neuen fünfstelligen Stoffnummern für eine bessere Stoffwirtschaft gesorgt, jedoch bleibt noch genügend Arbeit, um die Stoffwirtschaft auf die Höhe zu bringen und einen wirtschaftlichen Stoffverbrauch zu gewährleisten.

Im Eisenbahn-Ausbesserungswerk Berlin-Grunewald als Versuchswerk sind die für die betriebswirtschaftliche Vollabrechnung nötigen, nachstehend beschriebenen Mafsnahmen gegen den bisherigen Zustand eingeführt oder in Durchführung begriffen. Es mufs weiterer Nachprüfung überlassen bleiben, ob diese Mafsnahmen zur allgemeinen Einführung geeignet sind oder zu diesem Zweck erweitert oder vereinfacht werden müssen.

### 2. Einteilung der Lager und Lagervorräte.

Von den Werkzeugen und Geräten gehören die Einzelwerkzeuge, das sind die den Arbeitern zum dauernden Gebrauch überwiesenen Werkzeuge, und die Allgemeinwerkzeuge, das sind die Werkzeuge, die sich in den Werkzeugkammern zur Aufbewahrung befinden und bei Bedarf an die Arbeiter abgegeben werden, sowie die Geräte, die sich im Werk zum Gebrauch befinden, zu den Betriebsanlagen, dem festgelegten Vermögen des Werkes, während alle übrigen Werkzeuge und Geräte, die sich in den Lagern zur Lagerung oder zur Ausbesserung befinden, zu den Lagervorräten, dem umlaufenden Vermögen des Werkes, zu rechnen sind.

Die Lagervorräte umfassen alle Bestände der Lager, die der Stoffabteilung unterstehen und denen Lagerverwalter (teils technisch, teils nichttechnisch vorgebildet) vorstehen.

Die Lagervorräte werden zu folgenden Lagern zusammengefafst:

1. für **Neustoffe** mit der Unterteilung nach
   1. Werkstoffen, das sind Stoffe, die bei der Ausführung von Arbeiten gebraucht werden, demnach noch der Bearbeitung bedürfen, z. B. Formeisen, Bleche, oder Teile, die handelsüblich sind, z. B Niete, Muttern, Schrauben, Splinte,
   2. Betriebsstoffen, das sind Stoffe, die bei der Ausführung von Arbeiten oder für den Betrieb ganz oder teilweise verbraucht werden, z B. Carbid, Sauerstoff, Benzin, Öle und Kohlen aller Art,
   3. elektrischen Stoffen, das sind Stoffe, die für die Ausführung von Arbeiten an elektrischen Anlagen nötig sind, z. B. Peschelrohr, Kupferlitze,
   4. Baustoffen, das sind Stoffe, die zu baulichen Anlagen verwendet werden, z. B. Kalk, Mauersteine, Zement,
   5. Oberbaustoffen, das sind Stoffe, die für den Gleisbau erforderlich sind, z. B. Schienen, Schwellen, Kleineisenzeug,
   6. Druck-, Schreib- und Zeichensachen, das sind Sachen, die zur ordnungsmäfsigen Durchführung des Bürobetriebes nötig sind, z. B. Drucksachen aller Art, Schreib- und Zeichenpapier, Tinte und Tusche,
2. für **Überbestände an Neustoffen,** die zu Lasten der Reichsbahndirektion lagern, mit der Unterteilung nach Lager 1,
3. für **Überbestände an Neustoffen,** die zu Lasten des Eisenbahn-Zentralamtes lagern, mit der Unterteilung nach Lager 1,
4. für **Ersatzstücke,** das sind rohgegossene, vorgearbeitete oder einbaufertige Teile, die nicht handelsüblich sind, in der Unterteilung nach
   1. Ersatzstücken für Lokomotiven,
   2. Ersatzstücken für Wagen,
   3. Ersatzstücken aus Holz,
   4. Ersatzstücken für bauliche Anlagen,
   5. Ersatzstücken für Oberbauanlagen,
   6. Ersatzstücken für elektrische Anlagen,
   7. Ersatzstücken für maschinelle Anlagen,
   8. (offene Nr.)
   9. Modellen,
5. für **Überbestände an Ersatzstücken,** die zu Lasten der geschäftsführenden Reichsbahndirektion lagern, in der Unterteilung nach Lager 4,
6. (offene Nr.)
7. für **Werkzeuge** ohne Unterteilung,
8. für **Geräte** ohne Unterteilung,
9. für **Abfall- und Altstoffe** —

   Abfallstoffe sind alle bei der Unterhaltung, Ausmusterung und Zerlegung sowie im Betriebe gewonnenen Stoffe, z. B. Altkupfer, Alteisen, Altholz, Amoniakwasser,

   Altstoffe sind die aus den Abfallstoffen zur unmittelbaren Wiederverwendung oder zur Auf- oder Umarbeitung herausgesuchten Stoffe — in der Unterteilung nach
   1. minderwertigen Abfallstoffen,
   2. wertvollen Abfallstoffen,
   3. Altstoffen vor Auf- oder Umarbeitung (Vormaterial für den Altstoffwerkbetrieb),
   4. zur unmittelbaren Wiederverwendung aus Abfallstoffen herausgesuchten oder auf- oder umgearbeiteten Altstoffen,
   5. Abfallstoffen, die für die Reichsbahndirektion als Bewirtschaftungsstelle lagern,
   6. Abfallstoffen, die für das Eisenbahn-Zentralamt als Bewirtschaftungsstelle lagern,
   7. entbehrlichen Gegenständen.

Die Einrichtung von selbständigen Lagern mit besonderen Lagerverwaltern, für die abweichend von der bisherigen Übung Beamte der Gehaltsgruppe V und VI genügen, richtet sich nach Umfang und Wichtigkeit der Lager und ist je nach den örtlichen Verhältnissen zu bestimmen. Bei Bedarf sind mehrere Lager und Unterlager zu Lagerausgabestellen zu vereinigen. In den Lagerausgabestellen sind verwandte Vorräte oder solche Teile zusammenzufassen die örtlich zusammenlagern; sie sind Lagerausgebern unterstellt.

Innerhalb der Unterlager sind die Lagervorräte nach Haupt- und Untergruppen zusammengefafst, z. B. im Neustofflager

1. bei Werkstoffen nach Hauptgruppen für
   1. Eisen,
   2. Nichteisenmetalle,
   3. Holz,
   4. Verpackungsstoffe, Dichtungs und Gummiwaren,
   5. Anstrichstoffe,
   6. Leder,
   7. Web- und Seilerwaren,
   8. Erden und mineralische Erzeugnisse,
   9. sonstige Werkstoffe,
2. bei Betriebsstoffen nach Hauptgruppen für
   1. Brennstoffe,
   2. Schmierstoffe,
   3. Beleuchtungsstoffe,
   4. Binde- und Dichtungsstoffe,
   5. Chemikalien,
   6. Heilmittel und Verbandsstoffe,
   7. Reinigungs-, Wasch- und Putzstoffe,
   8. Erden und mineralische Erzeugnisse,
   9. sonstige Betriebsstoffe,

3. bei elektrischen Stoffen nach Hauptgruppen für
   1. Stoffe bei Starkstromanlagen,
   2. Stoffe bei Schwachstromanlagen,
4. bei Baustoffen nach Hauptgruppen wie bei den Werkstoffen,
5. bei Oberbaustoffen nach Hauptgruppen für
   1. Schienen,
   2. Schwellen,
   3. Kleineisenzeug,
   4. Bettungsstoffe,
   5. sonstige Oberbaustoffe,
6. bei Drucksachen, Schreib- und Zeichensachen nach Hauptgruppen für
   1. Drucksachen,
   2. Schreibsachen,
   3. Zeichensachen.

Die bisherige Einteilung der Lagervorräte mit fünfstelligen Stoffnummern bedarf für die betriebswirtschaftliche Vollabrechnung der Ergänzung nach Sorten, ohne die eine Abrechnung nicht möglich ist. Für die Lagervorräte sind einheitliche, voneinander verschiedene achtstellige Lagerzeichen gebildet, die als 1. Ziffer die Bezeichnung des Lagers, als 2. Ziffer die Unterteilung des Lagers (des Unterlagers) — z. B. 11 Werkstoffe im Neustofflager —, als 3. und 4. Ziffer die Haupt- und Untergruppe — z. B. 1125 Neustoff, Werkstoff, Nichteisenmetall, Kupfer —, als 5. und 6. Ziffer die Art und als 7. und 8. Ziffer die Sorte enthalten. Stoffe und Ersatzstücke, die in mehreren Lagern und Unterlagern erscheinen, erhalten mit Ausnahme des Lagers und des Unterlagers dieselbe Kennzeichnung, z. B.

1. 1. 11. 3001 Eisenbleche 3 mm im Neustofflager Unterlager 1 für Werkstoffe,

9. 1. 11. 3001 Eisenblechschrot im Altlager Unterlager 1,

9. 3. 11. 3001 Eisenblech 3 mm vor der Verarbeitung im Altlager Unterlager 3,

9. 4. 11. 3001 Eisenblech 3 mm nach der Verarbeitung im Altlager Unterlager 4,

9. 6. 11. 3001 Eisenblechschrot im Altlager Unterlager 6 — Bewirtschaftungsstelle Eisenbahn-Zentralamt —,

4. 1. 09. 0312 Knorr-Steuerventil 12" für Tender im Ersatzstücklager 4 Unterlager 1,

4. 2. 09. 0312 Knorr-Steuerventil 12" für Wagen im Ersatzstücklager 4 Unterlager 2,

5. 2. 09. 0312 Knorr-Steuerventil 12" für Wagen im Überbestandslager 5 der geschäftsführenden Reichsbahndirektion Unterlager 2.

Bestände an Lagervorräten, die über den Höchstbestand von etwa zwei Monaten hinaus sich im Lager befinden, sind Überbestände. Die Überbestände sind in besonderen Überbestandslagern, getrennt von den übrigen Lagervorräten, zu lagern; sie können herrühren

1. aus zu hohen Anforderungen des Werkes bei den Zentralbeschaffungsstellen oder aus Selbstbeschaffungen oder aus Restvorräten, die infolge Aufhebung einzelner Fertigungszweige z. B. der Lokomotivausbesserung entstanden sind,

2. aus Überweisungen der Zentralstellen über die Anmeldung des Werkes hinaus.

Überstände zu 1 gehören zu den Lagervorräten des Werkes und erhalten die Lagerzeichen dieser Vorräte. Sind sie infolge Aufhebung einzelner Fertigungszweige entstanden, so sind sie der geschäftsführenden Reichsbahndirektion zur Verfügung zu stellen, die verpflichtet werden mufs sie innerhalb vier Wochen abzurufen. Nach Ablauf von vier Wochen müssen alsdann diese Überbestände in den Besitz der geschäftsführenden Reichsbahndirektion übergehen; sie erhalten alsdann die Lagerzeichen der Überbestände-Lager 2 oder 3 bei Neustoffen, 5 bei Ersatzstücken.

Überbestände zu 2 gehören der Beschaffungsstelle; sie erhalten die Lagerzeichen der Überbestände.

Die Lagerzeichen der Überbestände sind mit Ausnahme der 1. Kennziffer dieselben wie die der Lagervorräte des Werkes.

Aufser den selbständigen Lagern und ihren Unterlagern mit den Ausgabestellen sind in jeder Betriebsabteilung ein oder mehrere Hilfslager einzurichten, und zwar a) Handlager, b) Werkzeugkammern, c) Zwischenlager.

a) Die Handlager sind im allgemeinen nicht für wertvolle Stoffe und für Ersatzstücke und auch bei den übrigen Stoffen nur für geringe Mengen bestimmt. Für jedes Handlager ist ein Bestand festzusetzen, der etwa dem durchschnittlichen Bedarf von zwei Wochen entspricht. Vorräte dürfen aus den Handlagern nur in geringen Mengen ausgegeben werden; der Werkdirektor hat die Höchstmengen festzusetzen, die von einer Sorte im Einzelfalle abgelangt werden darf. Die Abgabe aus den Handlagern ist im Abschnitt 3 erläutert. Die Handlager sind Teile der Lager und damit der Stoffabteilung.

b) Die Werkzeugkammern nehmen die Allgemeinwerkzeuge (s. Abschnitt 2, Absatz 1) auf; sie werden nach Bedarf unter Abgabe von Werkzeugmarken bei Vorzeigung einer Kontrollmarke ausgegeben oder bei vorgeschrittener Organisation durch Werkzeugzettel abgeholt und dem Arbeiter für die Arbeit zur Verfügung gestellt. Die Allgemeinwerkzeuge sind sofort nach Beendigung der Arbeit, spätestens am Wochenschlufs zurückzugeben, um eine Kontrolle über sie ausüben zu können.

In jeder Werkzeugkammer ist auf einer Tafel für jeden Arbeiter, der Werkzeugmarken erhalten hat, ein Feld zur Aufhängung von Marken eingerichtet. Bei Abforderung eines Allgemein-Werkzeuges gibt der Arbeiter eine Werkzeugmarke ab. Um erkennen zu können, aus welchem Fach der Arbeiter ein Werkzeug entliehen hat, legt der Ausgeber die Werkzeugmarke in das Fach, entnimmt dem Fach eine »Fachmarke«, die von der Werkzeugmarke verschieden geformt sein mufs und die Werkzeugnummer trägt, und hängt sie auf das Kontrollnummerfeld des Arbeiters an der Tafel. Werkzeuge die zur Ausbesserung abgegeben sind, werden dadurch gekennzeichnet, dafs »Ausbesserungsmarken« in das betreffende Fach gelegt werden. Somit kann jederzeit geprüft werden, ob die am Fach vermerkte Anzahl vorhanden ist; betrügerische Verwechslung von Werkzeugen ist unmöglich.

Täglich $^1/_2$ Stunde nach Arbeitsbeginn haben die Abteilungen den Werkzeugkammern ihres Bezirkes die Kontrollnummern der fehlenden Arbeiter anzugeben. In der Werkzeugkammer sind besondere »Fehlmarken« vorhanden, die in das Feld der abwesenden Arbeiter auf der Tafel gehängt werden; die Werkzeugmarken dieser Arbeiter sind damit gesperrt.

Bei Verlust oder Diebstahl von Werkzeugmarken erhält der Arbeiter einen neuen Satz, der mit seiner Kontrollnummer, jedoch mit einem Kennzeichen versehen ist. Dieses Kennzeichen hängt auch an der Tafel bei dem betreffenden Feld. Der Ausgeber ist verpflichtet, nunmehr bei dieser Kontrollnummer darauf zu achten, dafs nur Werkzeugmarken mit dem Kennzeichen beliefert werden. Hierdurch kann die unberechtigte Benutzung von Werkzeugmarken noch nach Jahren sicher verhütet werden.

Die Werkzeugkammer ist ein Teil des Werkzeuglagers, sie dient als Vermittlungsstelle für den Austausch beschädigter oder unbrauchbarer Einzelwerkzeuge. Der Umtausch von beschädigten oder unbrauchbaren Einzel- und Allgemeinwerkzeugen erfolgt durch das Werkzeuglager, das den Ersatz unbrauchbarer und die Wiederherstellung beschädigter Werkzeuge durch Lagerauftrag veranlafst.

c) Die Zwischenlager dienen zur Beschleunigung der Fertigungsarbeiten und sind die vielfach erwähnten Austauschlager. Sie nehmen in der Hauptsache abgebaute Teile von Fahrzeugen bis zu ihrer Wiederherstellung oder Wiederanbringung

und solche Teile auf, die bereits vom Lager abgefordert sind, aber noch nicht gebraucht werden, sonst zwischen den Ständen, in den Arbeitsgruben und an den Arbeitsplätzen herumliegen und die Arbeit hindern würden. Die Zwischenlager stehen unter Verschlufs des Arbeitsverteilers (Arbeitsvorbereitungs- oder Betriebsbüro) und lagern die Teile nach Aufträgen. Der Arbeitsverteiler bescheinigt in diesem Falle dem Förderarbeiter den Empfang der Teile auf dem Verlangzettel und läfst sich die Aushändigung auf dem Verlangzettel vom Empfänger bescheinigen.

### 3. Auftragerteilung.

Für die betriebswirtschaftliche Vollabrechnung ist die Auftragerteilung zu regeln. Ohne schriftliche Unterlage wird weder eine Arbeit ausgeführt noch ein Lagervorrat abgegeben. Als Grundsatz ist anzustreben, dafs alle Lagervorräte durch die Verbrauchstellen des eigenen Werkes und der äufseren Stellen von den Lagern des Werkes gegen Rückgabe des beschädigten oder unbrauchbaren Teiles, soweit wertvolle Abfallstoffe oder Ersatzstücke in Frage kommen, durch Verlangzettel anzufordern sind und dafs die Wiederauffüllung durch das Lager selbst veranlafst wird. Die Notwendigkeit der Ergänzung kommt durch die Meldung des Lagerverwalters, dafs der Mindestbestand eines Lagervorrats unterschritten ist, zum Ausdruck. Dies geschieht durch Bedarfsanmeldungen, die vom Lager an den Einkauf oder, soweit die Abwicklung der Verträge noch nicht von der Einkaufstelle übernommen werden kann, an die Lagerbuchhaltung gehen, die prüft, ob vertragliche Lieferungen vorliegen. Ist das der Fall, so ruft der Einkauf oder die Lagerbuchhaltung die Teile ab; ist das nicht der Fall, so geht die Bedarfsanmeldung zunächst an den Werkingenieur der Stoffabteilung, der zu prüfen hat, ob ein anderer Lagervorrat ähnlicher Art verwendbar ist oder ob Selbstanfertigung in Frage kommt oder nicht. Ist die Selbstanfertigung wirtschaftlich, so stellt er eine Vorkalkulation auf Grund früherer Selbstanfertigungen mit den z. Zt. gültigen Werkkostenzuschlägen auf, vermerkt die Vorkalkulation auf der Bedarfsanmeldung und gibt die Bedarfsanmeldung an die Hauptein- und Ausgangsstelle bei der Stoffabteilung, die den Werkauftrag erteilt. Ist die Selbstanfertigung nicht wirtschaftlich, so ist die Bedarfsanmeldnng an den Einkauf zur Beschaffung zu leiten.

Ausbesserungen an Lagervorräten für äufsere Stellen erfolgen vorläufig auf Grund von Jahresbestellzetteln der äufseren Stellen, die an die Hauptein- und Ausgangsstelle zu leiten sind, die den zur Erledigung nötigen Werkauftrag ausstellt.

Die Einleitung der Arbeitsaufträge erfolgt demnach:

1. bei Lageraufträgen durch Bedarfsanmeldung des Lagers,
2. bei Abgabe von Lagervorräten durch Verlangzettel und
3. bei Ausbesserungen von Lagervorräten für äufsere Stellen durch Jahresbestellzettel.

Die Vorbereitung der Ausführung der Arbeitsaufträge erfolgt

zu 1 und 3 durch Werkauftrag der Hauptein- und Ausgangsstelle, zu 2 durch Verlangzettel.

Die Hauptein- und Ausgangsstelle gibt nach Eintragung der Bestellung in eine Monatsliste den Werkauftrag oder Verlangzettel an die zuständige Stelle zur Ausführung weiter.

Die Überwachung der Arbeitsaufträge erfolgt

1. beim Lager oder bei der Hauptein- und Ausgangsstelle durch die Bedarfsanmeldung oder den Bestellzettel,
2. bei den ausführenden Abteilungen bei Werkarbeiten durch den Werkauftrag, bei Abgabe von Lagervorräten durch den Verlangzettel.

Für die Abgabe aus den Handlagern werden Handlagerverlangzettel für jede Materialsorte von den zuständigen Meistern ausgestellt. Die Handlagerverlangzettel sind täglich einmal geordnet nach Kostenstellen und innerhalb dieser nach Lagerzeichen an die Betriebsbuchhaltung zu senden. Hier werden zur Auffüllung der Handlagerbestände jede Woche einmal für die vergangene Zeit entsprechend der verausgabten Menge auf Grund der eingegangenen Handlagerverlangzettel Verlangzettel ausgestellt, die nur die Kennzeichnung der zu belastenden Stelle enthalten.

Die Kennzeichnung der Arbeitsaufträge erfolgt nach einem besonderen Plan.

### 4. Die Beschaffung.

Die Lagervorräte werden zur Zeit beschafft:

1. durch zentrale Stellen,
2. durch das Werk.

1. Das Eisenbahnzentralamt beschafft im wesentlichen diejenigen Stoffe und Vorratsstücke, von denen grofse Mengen gebraucht werden, z. B. Kohle, Eisen, Kupfer, Radsätze, Ersatzkessel.

Die Reichsbahndirektionen haben für den eigenen oder für einen Gruppenbezirk im allgemeinen meistens diejenigen Stoffe zu beschaffen, die von den einzelnen Stellen gleichmäfsig benutzt werden, z. B Holz, Streichhölzer, Putzwolle. Durch die neuen Werkstättenabteilungen bei einzelnen geschäftsführenden Reichsbahndirektionen wird zweckmäfsig die gesamte Bewirtschaftung

1. der bisher von den Reichsbahndirektionen beschafften Werk- und Betriebsstoffe,
2. der Ersatzstücke

und damit auch die Beschaffung dieser Teile dem Eisenbahnzentralamt und den übrigen Reichsbahndirektionen abgenommen und den Werkstättenabteilungen übertragen.

Zu bestimmten Zeiten haben die Werke die Anmeldungen ihres Bedarfes an Stoffen und Ersatzstücken, die von den Zentralstellen bewirkt werden und die in dem vom Eisenbahnzentralamt herausgegebenen Verzeichnisse der Werk-, Betriebs-, Baustoffe usw. zu ersehen sind, durch Bedarfsermittlungen anzugeben. Die Bedarfsermittlungen enthalten den Bestand z. Z. der Anmeldung und den Verbrauch für einen bestimmten Zeitraum, woraus sich der Bedarf für diesen Zeitraum ergibt, der z. Zt. für etwa $^1/_2$ Jahr bemessen, demnach viel zu lang ist. Es kann zweckmäfsig sein, die zentrale Beschaffung zwar für einen gröfseren Zeitraum, etwa $^1/_2$ Jahr, vorzunehmen, jedoch durch Vertrag Abrufzeitpunkte von je zwei Monaten festzulegen, damit die Lagervorräte für die Wirtschaftlichkeit der Werke niedrig gehalten werden können. Ob die Einrichtung von sogenannten »Konsignations«-Lagern zweckmäfsig ist, bedarf der Prüfung. In den »Konsignations«-Lagern verbleiben die Lagervorräte auf Gefahr der Lieferer bis zum Abruf durch das Werk. Der einzige Vorteil der »Konsignations«-Lager ist der, dafs die Lagervorräte greifbar vorhanden sind; Zinsen und Zuschläge für Bruch und Verderben werden die Lieferer auf die Reichsbahnverwaltung abwälzen.

Sämtliche Bedarfsermittlungen gehen zunächst an die bei den Zentralstellen eingerichteten Ausgleichstellen, die die Überweisung von anderen Werken oder den Überbestandslagern ganz oder teilweise vornimmt. Je nach dem Ausfall des Ausgleichs gehen die Bedarfsanmeldungen mit dem abgeänderten oder dem ganzen Mengenbedarf an die Beschaffungsstelle. Überbestandslager und anforderndes Werk werden über den Ausgleich sofort verständigt.

Das Eisenbahnzentralamt und die Reichsbahndirektionen stellen über jede Beschaffung einen Vertrag auf, der einem sogenannten Anlieferungswerk zur Abwicklung zugeteilt wird. Das Anlieferungswerk ruft durch den Einkauf oder die Lagerbuchhaltung die Menge zur Lieferung auf, nimmt sie nach Bedarf ab, vereinnahmt sie in den Lagern und gibt sie an Lager anderer Werke entweder sofort auf Anordnung des

Eisenbahnzentralamtes oder der Reichsbahndirektion oder auf Einzelabruf weiter.

Bei Beschaffungen seitens der Zentralstellen ist bei Einführung der betriebswirtschaftlichen Vollabrechnung noch zu beachten:

1. Erfolgt die Zuteilung über die Anmeldung des Werkes hinaus, so sind die Überbestände zu Lasten und Gefahr der Zentralstelle zu lagern. Diese Bestände sind nicht dem Lagerbestande des Werkes einzuverleiben, sie gehören vielmehr der Beschaffungsstelle, der Lagerungskosten berechnet werden müssen.

2. Erfolgt die Zuteilung nicht rechtzeitig, so ist das Werk acht Tage nach Ablauf der Lieferfrist befugt, die Selbstbeschaffung nach den bisherigen Vorschriften einzuleiten. Hierdurch entstehende Mehrkosten sind zu Lasten der Beschaffungs-(Zentral-)stelle zu verrechnen.

Da die Werte der Lagervorräte verzinst werden müssen, so hat das Werk keine Veranlassung, Bestände über seinen Bedarf auf seine Kosten zu lagern. Die Überbestände erfordern Platz und Verwaltungskosten, so dafs Lagerungskosten berechtigt sind.

Da weiterhin das Werk dafür verantwortlich ist, dafs wirtschaftlich gearbeitet wird, die Vorräte also so niedrig wie möglich gehalten werden müssen, ist es auch berechtigt zu verlangen, dafs die von den Zentralbeschaffungsstellen festgesetzten Lieferfristen eingehalten werden. Die Beschaffungsstelle mufs die Lieferer für die Mehrkosten der Selbstbeschaffung durch das Werk heranziehen. Der Lagerauftrag für die Selbstbeschaffung der Werke führt in diesem Falle die Zentralbeschaffungsstelle als Auftraggeber.

2. Das Werk selbst beschafft nur die Teile, die nicht vom Eisenbahnzentralamt oder den Reichsbahndirektionen zur Verfügung gestellt werden oder die bei Überschreitungen der Lieferfrist seitens der Zentralstellen in Frage kommen.

In jedem Werk ist zweckmäfsig eine Einkaufstelle einzurichten, die unabhängig von der Lagerverwaltung, also der Stoffabteilung steht.

Für den Einkauf der Werke ist eine besondere Vorschrift ausgearbeitet, die zurzeit der Hauptverwaltung zur Genehmigung vorliegt; sie regelt die Einleitung und Ausführung der Beschaffung durch die Werke.

### 5. Die Abnahme.

Die Abnahme erstreckt sich auf Menge und Güte. Die Abnahme der Beschaffungen erfolgt entweder durch die Abnahmebeamten, die dem Eisenbahnzentralamt unterstehen, oder auf dem Werk. Die Abnahme durch die Abnahmebeamten erstreckt sich auch auf die Abnahme des Materials durch Güteprüfung. Die Abnahme nach Menge erfolgt ausschliefslich bei der Anlieferung in den Lagern der Werke. Sie findet in jedem Falle vor Einlagerung der Gegenstände in das Lager statt und erfolgt durch den Lagerverwalter durch Prüfung aller Lieferungsgegenstände; Stichproben allein genügen nicht. Die Güte wird geprüft nach Zeichnung oder Lehren oder durch besondere Prüfverfahren, z. B. für Schmieröle, oder durch chemische Untersuchung bei Werken, die Einrichtungen dafür besitzen.

In jedem Werk ist zweckmäfsig ein besonderer technischer Abnahmebeamter zu bestellen, der mit Unterstützung der Fachmeister und, soweit vorgeschrieben, unter Hinzuziehung von fachkundigen Vertretern des Betriebsrats alle Gegenstände nochmals einer besonderen Prüfung unterwirft, auch wenn sie bereits durch Abnahmebeamte des Eisenbahnzentralamtes abgenommen sind. Wenn Abnahmemaschinen, z. B. Zerreifsmaschinen für Eisen, Metalle, Webstoffe usw. vorhanden sind, so werden auch diese nochmals zu benutzen sein, wenn nicht ein Prüfzeugnis des Abnahmebeamten vorliegt. Der bisherige Brauch, mit der Abnahme die Abteilungsmeister allein zu betrauen, ist zu verwerfen.

Bei Beanstandungen von durch Abnahmebeamte abgenommenen Teilen hat sich das Werk nicht an die Lieferfirma, sondern an die Beschaffungsstelle zu wenden; zurückgewiesene, aber vom Abnahmebeamten abgenommene Stoffe oder Ersatzstücke stehen zur Verfügung des Eisenbahnzentralamtes und sind Überbestände, die nach Abschnitt 2 zu behandeln sind.

### 6. Lagerung und pflegliche Behandlung.

Vorbedingung für jede wirtschaftliche Fertigung ist der Grundsatz, dafs nur wirklich brauchbare Lagervorräte vorhanden sind. Daher ist es nötig, dafs die Lagervorräte nach ihrer Einlagerung den Gebrauchswert behalten, vor allem so gelagert werden, dafs sie nach Möglichkeit vor Rost, Bruch oder Verderben geschützt sind. Lagerung im Freien ist deshalb für die meisten Lagervorräte unzweckmäfsig. Im Freien können gelagert werden:

Kolbenringgufs, Bremsklötze, Radsätze, Radreifen, alte Achswellen sowie Kiefern- und Fichtenholz, Kohlen, Schienen und Schwellen, minderwertige Abfallstoffe aufser Dreh- und Bohrspänen und Altstoffe vor Auf- oder Umarbeitung.

Alle anderen Lagervorräte müssen unter Dach gelagert werden, um Gewichts- und Formveränderungen zu vermeiden, die die Benutzbarkeit beeinträchtigen.

Für die Lagerung der Profil- und Formstoffe ist ein zweckentsprechend gebauter offener Schuppen mit Schrägregalen vorteilhaft. Mit Hilfe der Schrägregale kann die gröfste nur mögliche Menge bei geringstem Raumbedarf gelagert werden.

Flüfsige Brennstoffe, Petroleum und Schmieröle müssen in Tanks gelagert werden, aus denen Rohrleitungen nach den Ausgabestellen führen. Andere flüssige Betriebsstoffe werden zweckmäfsig im Keller in Behältern gelagert. Die Ausgabe erfolgt am besten im Erdgeschofs, wohin Hand- oder elektrische Pumpen die Flüssigkeit schaffen. Die Vorschriften über die Lagerung feuergefährlicher Flüssigkeiten sind hierbei zu beachten.

Die Höhe der Lagerräume ohne Kräne ist zweckmäfsig 2,30 m—2,50 m zu bemessen. Die Decken sind hinreichend stark auszuführen, so dafs der vorhandene Raum völlig ausgenutzt werden kann; Tragfähigkeiten bis 6 t sind keine Seltenheiten.

Die Lager und ihre Plätze sind zweckmäfsig gegen die Werkstätten durch einen Zaun abzuschliefsen, dessen Tore und Türen ständig unter Verschufs gehalten werden müssen, um ordnungswidrige Entnahme von Lagervorräten zu verhüten. Lagerung von Stoffen, die der Entwendung aus der Art ihrer Lagerung besonders ausgesetzt sind, wie Kohlen aufserhalb der Umzäunung des Lagers, mufs vermieden werden.

Die Gleisanlagen sind so auszubilden, dafs die Wagen für die Ent- und Beladung ungehindert an die Lager gelangen können. Kreislauf der Wagen mufs angestrebt werden. Die eine Seite des Lagergebäudes ist als Empfangsseite, die andere als Versandseite auszubilden; die Verbindung der Gleise beider Seiten erfolgt durch Weichen, Drehscheibe und Schiebebühne je nach den örtlichen Verhältnissen. In der Nähe des Hauptpförtners ist an der Umzäunung des Lagers die Empfangs- und Versandstelle des Werkes einzurichten, die ein Teil der Haupt-Ein- und Ausgangsstelle ist.

Die Lager sind mit den erforderlichen Kränen und Aufzügen zu versehen, insbesondere die schweren Vorratsstücke erfordern Laufkräne oder Hängebahnen. Für Massengüter wie Kohlen und Eisenschrot ist ein Kran mit Greifer und Elektromagnet nötig, der die Bansen in voller Breite und Länge bestreicht. Ein Netz von Elektrohängebahnen ist vorteilhaft, wenn die Hängebahnen so ausgebidet sind, dafs sie durch

Vermittlung der Aufzüge mehrere Stockwerke befahren und auch die Werkstätten bedienen können. Bei Eisenlagern mit Schrägregalen kann der schwere Kran entfallen, wenn die Schrägregale so angeordnet werden, dafs die schwersten Teile von den Wagen bequem in die Schrägregale geschoben werden können.

Die Lagervorräte werden in Fächern — Regalen — untergebracht, so dafs eine gute Einlagerung und bequeme Entnahme möglich ist; dazu ist der Boden der Fächer bei Bedarf nach vorn geneigt anzuordnen. Die Fächer sind zu normen, so dafs durch Entfernung oder durch Einschalten von Zwischenwänden aus dem Normfach in einfachster Weise gröfsere oder kleinere Fächer entstehen; hierdurch wird der vorhandene Raum am besten ausgenutzt. An dem Fach wird das Lagerzeichen und die Benennung des Lagervorrats deutlich und sicher angeschrieben, dazu kommt noch bei den Handlagern der Bestand und bei den Werkzeugkammern die Anzahl der eingelagerten Werkzeuge, während die Fächer der Zwischenlager nur die Anschrift der Auftragkennzeichnung erhalten. An den Fächern der Lager befinden sich Anhängezettel, die in den Handlagern, Werkzeugkammern und Zwischenlagern nicht vorkommen.

In den Lagern und Unterlagern sowie in den Handlagern sind möglichst versenkte Wagen in genügender Zahl anzuordnen; in Lagern mit Massenteilen, die nach Stückzahl ausgegeben werden, haben sich Zählwagen bewährt. Vor allen Dingen sind in der Nähe der Ein- und Ausladestellen Wagen nötig, die versenkt anzuordnen und mit Kartendruckapparaten einzurichten sind.

Die Lager sind genügend zu beleuchten und zu heizen sowie gut zu lüften. Ein Fernsprechnetz verbindet die Lagerausgeber, die ihren Sitz inmitten ihrer Tätigkeit im Lager erhalten müssen, mit dem Lagerverwalter, der Lagerbuchhaltung, dem Werkingenieur und dem Leiter der Stoffabteilung.

Wertvolle Lagervorräte sind zusammenzulagern. Der Raum ist dauernd unter Verschlufs zu halten und möglichst so anzuordnen, dafs der Zugang nur durch das Zimmer des Lagerausgebers möglich ist; Fenster müssen vergittert sein.

Lagerräume für wertvolle Lagervorräte sind gegen Diebstahl durch eine besondere Alarmvorrichtung zu sichern, deren Läutewerk im Pförtnerzimmer anzubringen ist.

### 7. Die Lagerbuchführung.

Die Lagerbuchführung, ein Teil des Lagerdienstes, wird in der Lagerbuchhaltung, der Lagerverteilungsstelle und in den Lagern selbst erledigt.

In der Lagerbuchhaltung erfolgt die Abwicklung der von den Zentralbeschaffungsstellen aufgestellten Verträge und der Abruf der vertraglich bestellten Lagervorräte, solange dies nicht vom Einkauf erledigt werden kann, ferner die Führung des Lagereingangsbuches wie bisher, wozu noch die Führung des Lagerüberweisungsbuches und die monatliche Aufstellung der Lager-Be- und Entlastungsrechnung nach den Schlufssummen der Lagerkarteien tritt.

Die Lagerverteilungsstelle ist im Abschnitt 8 erläutert.

Im Lager selbst werden auf dem Lageranhängezettel Ab- und Zugang der Mengen und der Tagesbestand vermerkt, während in den Lagerkarteien auf Karteiblättern die Verbuchung der Verlangzettel nach Menge und Preis sowie die Eintragung der Preise in die Zettel erfolgt. In gewissen Zeitabschnitten sind die Eintragungen der Lageranhängezettel und Lagerkarteien zu vergleichen und Unstimmigkeiten aufzuklären.

### 8. Zweckmäfsige Einrichtungen für die schnelle Abwicklung des Lagerdienstes.

Zur Erledigung der Lageraufträge und der Arbeitsaufträge für äufsere Stellen, sowie zur schnellen und sparsamen Abgabe der Lagervorräte an eigene und äufsere Verbrauchsstellen sind Einrichtungen zu schaffen, die im bisherigen Lagerdienst nicht vorhanden sind:

a) Lagerverteilungsstelle,
b) Haupt-Ein- und Ausgangsstelle,
c) Abstechereien und Stoffzuschneidestellen,
d) Förderdienst.

a) Die Lager-Verteilungsstelle, ein Teil der Lagerbuchhaltung, ist zur Prüfung der Unterlagen, die bei dem Material-Verlangverfahren nötig sind, zur Verteilung auf die richtigen Lager und Unterlager, zur Überwachung des ordnungsmäfsigen Umlaufes aller Materialzettel (Zettelkontrolle), zur Begünstigung des Verbrauchs an Altstoffen und zur Leitung des Lager-Förderdienstes eingerichtet. Die Karteien des Altlagers Unterlager 2, 4 und 7 werden in der Lagerverteilungsstelle geführt, um den Verbrauch von Altstoffen sicherzustellen.

b) Die Haupt-Ein- und Ausgangsstelle, die der Stoffabteilung anzugliedern ist und die gleichzeitig als Empfangs- und Versandtstelle dient, erhält sämtliche von aussen eingehenden Aufträge, leitet sie an die zuständigen Stellen weiter, überwacht die Fristen und veranlafst nach Fertigstellung der Arbeiten die Absendung. — Mit ihr ist die Güterstelle des Werkes zu verbinden.

c) In jeder Stoffabteilung ist eine Abstecherei einzurichten und zwar in der Nähe des Eisenlagers, in der die handelsüblich in grofsen Abmessungen gelieferten Eisenteile auf Abmessungen für den Werkgebrauch zugeschnitten werden.

Die Abstecherei mufs demnach mit den nötigen Maschinen, wie Sägen, Zentrier- und Abstechmaschinen usw. versehen sein; sie ist ein besonderer Fertigungsbetrieb (Fertigungs-Kostenstelle), der auf Lagerauftrag arbeitet. Im Laufe der Zeit wird die Abstecherei dahin kommen, die Arbeiten im Vorrat auszuführen, so dafs die Werkabteilungen sofort mit den richtigen Abmessungen beliefert werden können, die Stoffe also in Ersatzstücke übergehen.

Weiter hat sich auch eine Stoffzuschneidestelle in der Stoffabteilung bewährt, die Filz, Leder, Posamente und Webstoffe aller Art in einzelnen oder mehreren Lagen in den im Werk gebrauchten Abmessungen im Vorrat zuschneidet; der Arbeiter zur Bedienung der Stoffzuschneidemaschine ist zugleich Ausgeber für diese Stoffe.

Durch die Abstecherei und Stoffzuschneidestelle werden Zeit und Material erspart, die Fertigungsarbeiten beschleunigt und die Verrechnung auf den einzelnen Auftrag ermöglicht. Das bisherige Verfahren, Eisenteile in grofsen Abmessungen und ganze Webstoffballen in die Werkabteilungen zu geben, in denen die Zuschneidung erfolgt, fällt fort, zumal hierbei die Rücklieferung zu viel erhaltener Stoffe sehr in Frage gestellt und Materialvergeudung die notwendige Folge ist.

d) Der Förderdienst ist derart zu regeln, dafs die Verlangzettel für die Belieferung an einem bestimmten Tage zu einer bestimmten Zeit am Vortage in der Lagerverteilungsstelle eingehen, so dafs genügend Zeit zur Erledigung der Arbeiten in der Verteilungsstelle und zur Bereitstellung der Lagervorräte in den Lagern bis Arbeitsschlufs verbleibt. Die Bereitstellung erfolgt zweckmäfsig folgendermafsen:

In einem Vorraum, der zugleich als Packraum verwendet wird, stehen in einem Gestell eine Anzahl von Kästen, von denen ein Teil für die Beförderung von wertvollen Lagervorräten verschliefsbar ist. Die Gestelle haben Tafeln, auf denen die Lagerverteilungsstelle vor Abgabe der Verlangzettel an die Lager die Kontroll-Nummern der Arbeiter vermerkt, die am nächsten Tage Lagervorräte bekommen; die Versandstelle erhält gleichfalls eine Anzahl Gestelle zugewiesen. In die Kästen werden aus den einzelnen Lagern und Unterlagern die Lagervorräte gelegt, so dafs sie am nächsten Tage mit Arbeitsbeginn abgefördert werden können. Die Gestelle sind so einzurichten,

dafs in ihnen Ladebänke für Elektrokarren Platz haben. Grundsatz ist, dafs kein Arbeiter einer Werkabteilung zur Abholung von Lagervorräten Zutritt zu den Lagern hat, wie es bisher vielfach der Fall gewesen ist, sondern dafs die Abbeförderung der Lagervorräte in die Werkabteilung durch Förderarbeiter des Lagers geschieht, die die Förderung nach bestimmten Plänen ausführen. Jeder Arbeiter kennt die Zeiten, zu denen er Lagervorräte erhält. Die Lagerverteilungsstelle, die inzwischen die Verlangzettel nach Abtrag der Menge auf dem Lageranhängezettel zurückerhalten hat, regelt die Abbeförderung, läfst den Förderarbeiter auf der Urschrift des Verlangzettels den Empfang bescheinigen und händigt ihm die Zweitschrift aus, auf der sich der Förderarbeiter von dem Empfänger die Empfangsbescheinigung geben läfst und die er nach Erledigung im Betriebsbüro der Abteilung abgibt, von wo sie zur Betriebsbuchhaltung geht. Die Urschriften der Verlangzettel gehen nach Durchlauf durch die Zettelkontrolle an die Kartei, die die Menge in den Karteiblättern abschreibt und den Einheitspreis auf den Verlangzettel überträgt, worauf diese gleichfalls an die Betriebsbuchhaltung zu leiten sind.

Bei der Beförderung der Lagervorräte haben Elektokarren, besonders solche mit Ladebänken namentlich bei Massenbeförderung, wie Kuppelungsbügel, Puffer, wertvolle Dienste geleistet.

### 9. Ermittlung der Lagerkosten.

Bei der Ausführung des Lagerdienstes entstehen Kosten, z. B. für die Entladung, Prüfung und Abnahme, Einlagerung und Abgabe der Lagervorräte, für Beleuchtung und Heizung der Lagerräume, für Gehälter und Hilfslöhne, für Verzinsung und Abschreibungen an den Anlagen der Lagerverwaltung usw., die Lagerkosten genannt werden und zu den Werkkosten rechnen.

Die Lagerkosten werden monatlich in Hundertteilen zum Gesamt-Fertigungsmaterialaufwand des ganzen Werkes ermittelt; sie erhöhen den Fertigungsmaterialaufwand eines jeden Auftrages. Der Lagerkostenzuschlag ergibt sich aus der Teilung der Gesamt-Lagerkosten eines Monats durch den Gesamt-Fertigungsmaterialaufwand desselben Monats.

Die Einzelheiten der Sammlung, Verteilung und Verrechnung der Lagerkosten können hier nicht näher erläutert werden.

Im Eisenbahnwerk Berlin-Grunewald, in dem die betriebswirtschaftliche Vollabrechnung seit längerer Zeit durchgeführt ist, hat der Lagerkostenzuschlag im April 1925: 5,5 v. H., im Mai 1925: 4,0 v. H, im Juni 1925: 5,2 v. H. des Fertigungsmaterialaufwandes betragen, ist demnach sehr niedrig.

### 10. Schlufsbemerkung.

Der Verbrauch an Lagervorräten beim Vorrats- und Austauschbau gegenüber dem handwerksmäfsigen Betrieb hat eine erhebliche Steigerung erfahren — beim handwerksmäfsigen Betriebe verhält sich der Materialaufwand ohne Berechnung der zur unmittelbaren Verwendung beschafften Ersatzstücke sowie der Werkzeuge und Geräte zum Lohnaufwand wie 1 : 1, beim Vorrats- und Austauschbau mit Berechnung der vorgenannten Lagervorräte etwa wie 2,5 : 1 —; dem Lagerdienst ist heute eine ganz andere Bedeutung beizumessen wie zu Zeiten des handwerksmäfsigen Betriebes. Eine der wichtigsten Vorbedingungen für die ungehemmte Fertigung ist die rechtzeitige und richtige Materialbereitstellung (die Fertigung beginnt im Lager) und Voraussetzung für eine wirtschaftliche Fertigung ist die Niedrighaltung aller Vorräte.

Dieser Grundsatz mufs die Lagerverwaltung in allen ihren Zweigen leiten; sie wird dann selbst wirtschaftlich arbeiten und die Wirtschaftlichkeit des Werkes erhöhen, die oberster Leitgedanke bei allen Arbeiten ist und sein mufs.

---

## Untersuchungskosten für Lokomotiven der Erie-Bahn-Gesellschaft.

(Railway Age, Dezember 1924.)

Gelegentlich der Nachprüfung der Ausgaben, die die Erie-Bahn-Gesellschaft für Untersuchung ihrer Lokomotiven während der Jahre 1920 bis 1923 machte, stellte ein Sonderausschufs der Interstate Commerce Commission fest, dafs ein grofser Teil dieser Ausgaben wirtschaftlich nicht zu rechtfertigen sei. Der Sonderausschufs fafste sein Ergebnis in einer Reihe von Berichten zusammen, dem verschiedene auch für unsere Verhältnisse bemerkenswerte Tatsachen zu entnehmen sind. Die Bahnverwaltung hatte, obwohl die eigenen Werkstätten gegenüber dem früheren Jahresdurchschnitt nur zu 66 % beschäftigt waren, mit verschiedenen Werken, sowohl des Lokomotiv- wie des allgemeinen Maschinen- und des Schiffbaus, Verträge abgeschlossen, nach denen diese eine bestimmte Anzahl von Lokomotiven auszubessern hatten. Die Vertragsgrundlage war: Bezahlung des Materials nach dem wirklichen Verbrauch, der unmittelbaren Arbeitslöhne, eines Zuschlages von 90 bis 275 % auf letztere für mittelbare Ausgaben, auf diese Summe dann einen Gewinnzuschlag von 10 bis 25 %. Die Ausbesserungskosten je Lokomotive waren bei dieser Abrechnungsart z. T. erheblich höher als bei einer gleichen im eigenen Betrieb, ja sogar als der Neubau einer entsprechenden Lokomotive; aufserdem waren die Lokomotiven, länger dem Dienst entzogen. Je nach Art und Einrichtung des Vertragswerkes stiegen die Lohn- und allgemeinen Unkosten so, dafs die Ausgaben für das Material nur bis zu 6,3 % gegenüber durchschnittlich 36,9 % beim Eigenbetrieb, von der Gesamtsumme ausmachten. Die Gründe der Verwaltung, Lokomotiven von fremden Werken ausbessern zu lassen, waren: Der allgemein herabgewirtschaftete Zustand und der steigende Bedarf an Lokomotiven, dann der allerdings erst im Verlauf der fraglichen Zeit beginnende und auch wieder eher abgeschlossene Streik der Werkstättenarbeiter. Ein Teil der Lokomotiven mufste vergeben werden, weil die Bahn nicht genügend Ausbesserungsstände entsprechender Länge hatte. — Der Untersuchungsausschufs sprach sich nicht dagegen aus, dafs Lokomotiven zur Ausbesserung vergeben wurden, sondern nur dagegen, dafs ohne zwingende Gründe für die Verwaltung so ungünstige Verträge abgeschlossen wurden.

Den Ausführungen ist die interessante Tatsache zu entnehmen, dafs auch nach den amerikanischen Erfahrungen die Ausbesserung von Eisenbahnfahrzeugen in Lokomotivbauanstalten und anderen Werken erheblich teurer kommt als in den bahneigenen Werkstätten und dafs letztere die Arbeiten billiger und schneller ausführen. St.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.



## Fertigung der Schraubenstellkeile. Stoff: F. S.

Beilage für Keile Neig. 1:10

Spannfutter

Beilage

Spannvorrichtung für Keile Neig. 1:7

Anschlag

Schraubstock

| Werkzeuge | Arbeitsfolge |
|---|---|
| zu 1. Spannvorrichtung Nr. 30.101 Formfräser | 1. Fräsen des Blockes in 2 Schnitten |
| „ 2. Spannvorrichtung Nr. 30.104 Kreissäge 500×8 | 2. Spalten des Blockes mit der Kreissäge auf d. Fräsmaschine |
| „ 3. Kreissäge 500×8 Spannfutter Nr. 30.105 | 3. Absagen der Keile auf der Kreissäge |
| „ 4. Vorbohrer, Spiralbohrer 20 u. 23 ∅ Senker 24 u. 27 ∅ Gewindestahl s = 2,5 Stahlhalter u. Gewindebohrer W 23 × 1/10" W 26 × 1/10" | 4. Bohren Senken u. Gewindeschneiden auf d. Revolverb. |
| „ 5. Spannvorrichtung Nr. 30.106 | 5. Schleifen der Keile auf der Diskusmaschine |

| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| B | roh | 146 | 146 | 104 | 111 |
| | fertig | 140 | 140 | 98 | 105 |
| $B_1$ | roh | 154 | 154 | 128 | 150 |
| | fertig | 148 | 148 | 122 | 144,5 |

| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| L | roh | 83 | 63 | 63 | 73 |
| | fertig | 80 | 60 | 60 | 70 |
| l | | 55 | 55 | 45 | 58 |
| r | | 11 | 11 | 11 | |

Merkblatt 1.

## Fertigung der Achslagerstellkeile. Stoff: F. E.

Keilbeilagen Neig. 1:15 in Abstufung von 1/2 zu 1/2 mm.

Anschlag

Schraubstock

Schnitt a–b

| Folge | Benennung | Anzahl d. gesp. Stücke | Teil-arbeiten | Masch. Nr. | Werkzeuge |
|---|---|---|---|---|---|
| 7 | Fräsen der Ecken in einem Schnitt | 15 | 1 | Fr. 30 | Sp. Vorrichtg. Nr. 30.103 Aufsteckfr. 60×30 |
| 6 | Fräsen der Schmierschraubaussparung | 2 | 1 | Fr. 30 | Schaftfräser 20 ∅ |
| 5 | Fräsen der Vierkantaussparung | 1 | 1 | Fr. 30 | Schaftfräser 35 ∅ |
| 4 | Schneiden der Schraubenkopfaussparg. | 1 | 1 | Fr. 31 | Senkschneider 55 ∅ |
| 3 | Fräsen d. Keilflächen in 2 Schnitten | 10 | 2 | Fr. 31 | Spannvorrichtg. Nr. 30.102 Messerk. 265×100 versl. |
| 2 | Absägen des Keiles auf Länge | 2 | 1 | Sä. | Kreissäge 500×8 |
| 1 | Fräsen des Blocks in 2 Schnitten | 1 | 2 | Fr. 17 | Spannvorricht. Nr. 30.101 Formfräser 170.144 |

Merkblatt 2.

## Fertigung der Achsla[…] Einbaufe[…]

| Folge | Benennung |
|---|---|
| 7 | Fräsen der Gleitflächen |
| 6 | Einpassen u. Befestigen d. Platter |
| 5 | Senken der Schraubenlöcher |
| 4 | Bohren „ „ „ |
| 3 | Fräsen der Seitenflächen |
| 2 | Schleifen der Vorder- u. Rückenfläch. |
| 1 | „ „ „ Seitenflächen |

## Fertigung der Achslagerschalen fertig zum Ausgießen. Stoff: R. G.

Luftkerben richten sich nach der Gießart

Einpassen in den Lagerkasten

Einhauen der Luftkerben

Zum Ausgießen

| Folge | Benennung | Anzahl d. gesp. Stücke | Teil-arbeiten | Masch. Nr. | Werkzeuge |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Fräsen der Rundung | 1 | 4 | Fr. 36 | Walzenfräser |
| 3 | Fräsen des Winkels | 5 | 2 | Fr. 39 | 2 Messerköpfe 5 Spannvorrichtungen Nr. 30.183 |
| 2 | Schleifen der Seitenflächen | 1 | 4 | Diskus-Schl. M. | Spannvorrichtung Nr. 30.182 |
| 1 | Schleifen der Kopfflächen | 1 | 2 | Diskus-Schl. M. | „ „ Nr. 30.181 |

Merkblatt 6.

## Fertigung der Führungen und Beilagen für Federspannschrauben (gepreßt). Stoff: F. E.

| Folge | Benennung | Anzahl d. gesp. Stücke | Teil-arbeiten | Masch. Nr. | Werkzeuge |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Bohren d. Beilage | 1 | 2 | B | Spiralbohrer 23 ∅ Bohrplatte Nr. 30.168 |
| 2 | Fräsen d. Beilage Vorderseite | 10 | 1 | F | Walzenfräser, Spannvorrichtung Nr. 30.167 |
| 1 | Fräsen d. Beilage Rückseite | 10 | 1 | F | Walzenfräser 150×210 Spannvorrichtung |
| 2 | Bohren d. Führungen | 1 | 2 | B | Spiralbohrer 23 ∅ Bohrplatte Nr. 30.168 |
| 1 | Fräsen d. Führungen | 10 | 1 | F | Walzen- u. Stirnfräser, Spannvorr. Nr. 30.167 |

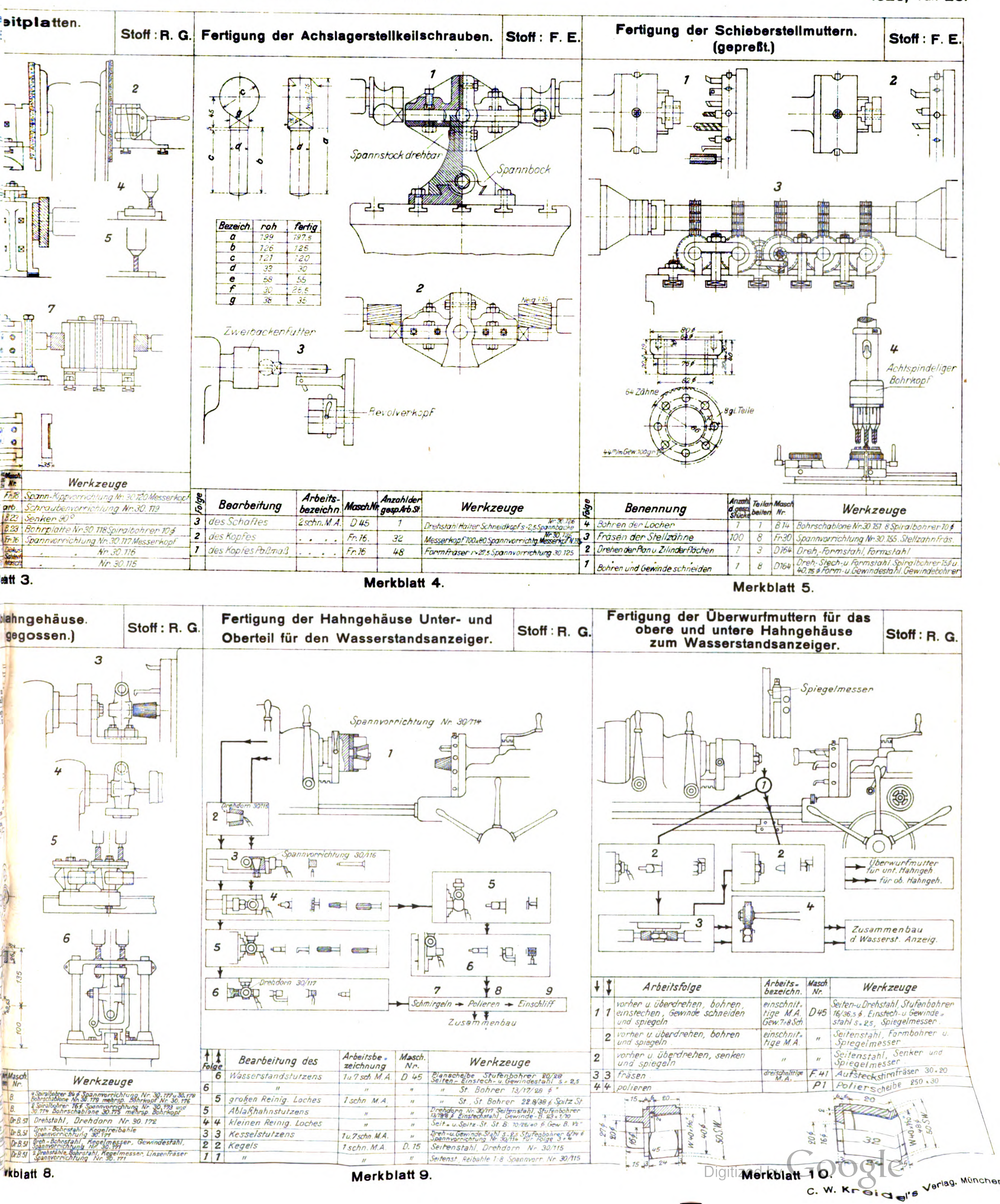
Merkblatt 7.

## Fertigung der Abl[…] Form 1.

8 Gänge à 30 mm

| Folge | Benennung |
|---|---|
| 6 | Bohren des großen Flansches |
| 5 | „ „ kleinen „ |
| 4 | Drehen der Scheibenfläche |
| 3 | „ des Kegels u. kl. Flansches |
| 2 | „ des Krümmers |
| 1 | „ „ großen Flansches |

Lith. Anst. v. F. Wirtz. Darmstadt.




**Merkblatt 4.**

| Folge | Bearbeitung | Arbeitsbezeichn. | Masch. Nr. | Anzahl der gesp. Arb. St. | Werkzeuge |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | des Schaftes | 2 schn. M. A. | D 45 | 1 | Drehstahl Halter Schneidkopf s = 2,5 Spannbacke Nr. 30.126 |
| 2 | des Kopfes | . . . . | Fr. 16. | 32 | Messerkopf 100×80 Spannvorrichtg. Messerkopf Nr. 30.125 |
| 1 | des Kopfes Paßmaß | . . . . | Fr. 16 | 48 | Formfräser r = 27,5 Spannvorrichtung 30.125 |

**Merkblatt 5.**

| Folge | Benennung | Anzahl d. gesp. Stücke | Teilarbeiten | Masch. Nr. | Werkzeuge |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Bohren der Löcher | 1 | 1 | B 14 | Bohrschablone Nr. 30.151. 8 Spiralbohrer 10 ⌀ |
| 3 | Fräsen der Stellzähne | 100 | 8 | Fr 30 | Spannvorrichtung Nr. 30.155. Stellzahnfräs. |
| 2 | Drehen der Plan u. Zilinderflächen | 1 | 3 | D 164 | Dreh-, Formstahl, Formstahl |
| 1 | Bohren und Gewinde schneiden | 1 | 8 | D 164 | Dreh-, Stech- u. Formstahl. Spiralbohrer 15 ⌀ u. 40,75 ⌀ Form- u. Gewindestahl. Gewindebohrer |

**Merkblatt 9.**

| Folge ↑ | Folge ↑ | Bearbeitung des | Arbeitsbezeichnung | Masch. Nr. | Werkzeuge |
|---|---|---|---|---|---|
| | 6 | Wasserstandstutzens | 1 u. 7 sch. M. A. | D 45 | Planscheibe Stufenbohrer 20/28 Seiten-, Einstech- u. Gewindestahl s = 2,5 |
| 6 | | " | " | " | " St. Bohrer 13/17/28 ⌀ " |
| | 5 | großen Reinig. Loches | 1 schn. M. A. | " | " St., St. Bohrer 22,8/38 ⌀ Spitz St. |
| 5 | | Ablaßhahnstutzens | " | " | Drehdorn Nr. 30/117 Seitenstahl, Stufenbohrer 13/19/8 ⌀ Einstechstahl, Gewinde-B. 23×1/10 |
| 4 | 4 | kleinen Reinig. Loches | " | " | Seit.- u. Spitz-St. St. B. 10/26/40 ⌀ Gew. B. ½" |
| 3 | 3 | Kesselstutzens | 1 u. 7 schn. M. A. | " | Dreh- u. Gewinde-Stahl s = 2,5 Stufenbohrer 6/14 ⌀ Spannvorrichtung Nr. 30/114 für Folge 3 + 4 |
| 2 | 2 | Kegels | 1 schn. M. A. | D. 15 | Seitenstahl, Drehdorn Nr. 30/115 |
| 1 | 1 | " | " | " | Seitenst., Reibahle 1:8 Spannvorr. Nr. 30/115 |

**Merkblatt 10.**

| ↓ | ↓↓ | Arbeitsfolge | Arbeitsbezeichn. | Masch. Nr. | Werkzeuge |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | vorher u. überdrehen, bohren, einstechen, Gewinde schneiden und spiegeln | einschnittige M. A. Gew. 7+8 Sch. | D 45 | Seiten- u. Drehstahl, Stufenbohrer 16/36,5 ⌀, Einstech- u. Gewindestahl s = 2,5, Spiegelmesser. |
| | 2 | vorher u. überdrehen, bohren und spiegeln | einschnittige M. A. | " | Seitenstahl, Formbohrer u. Spiegelmesser |
| 2 | | vorher u. überdrehen, senken und spiegeln | " | " | Seitenstahl, Senker und Spiegelmesser |
| 3 | 3 | fräsen | dreischnittige M. A. | F. 41 | Aufsteckstirnfräser 30×20 |
| 4 | 4 | polieren | | P 1 | Polierscheibe 250×30 |



C. W. Kreidel's Verlag, München

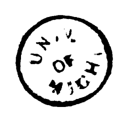
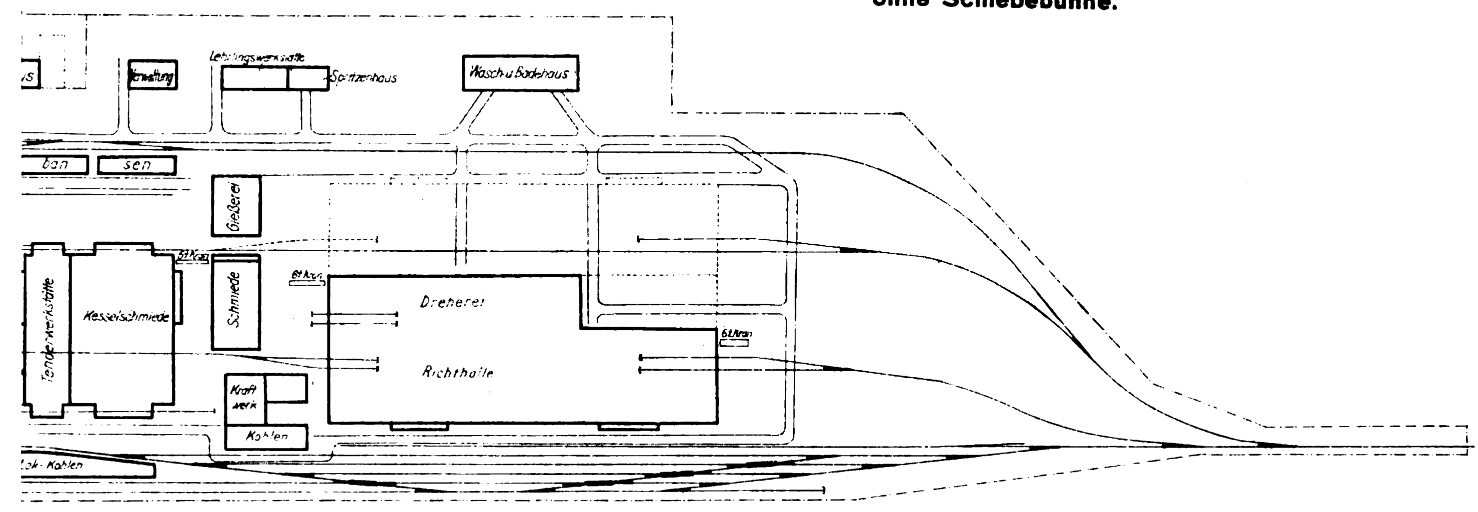


Abb.

mi

Abb. 7. Längswerkstätte

ohne Schiebebühne.




8. Querschnitt zur Längswerkstätte ohne Schiebebühne.

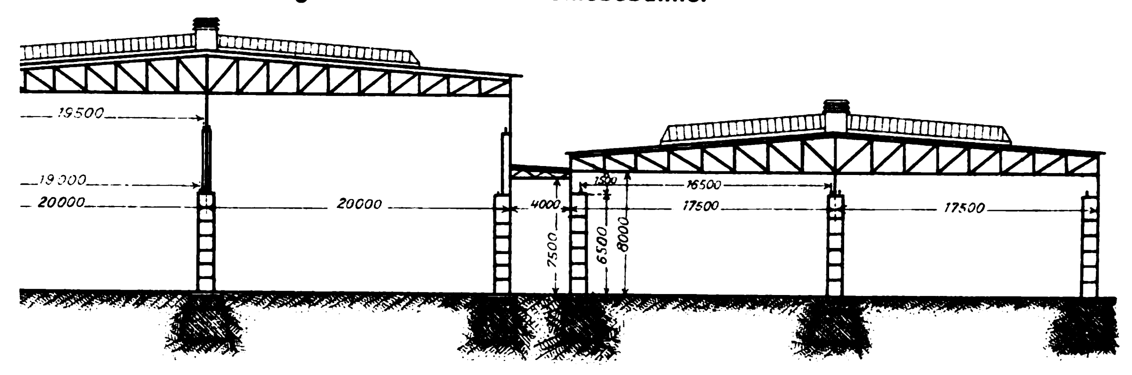
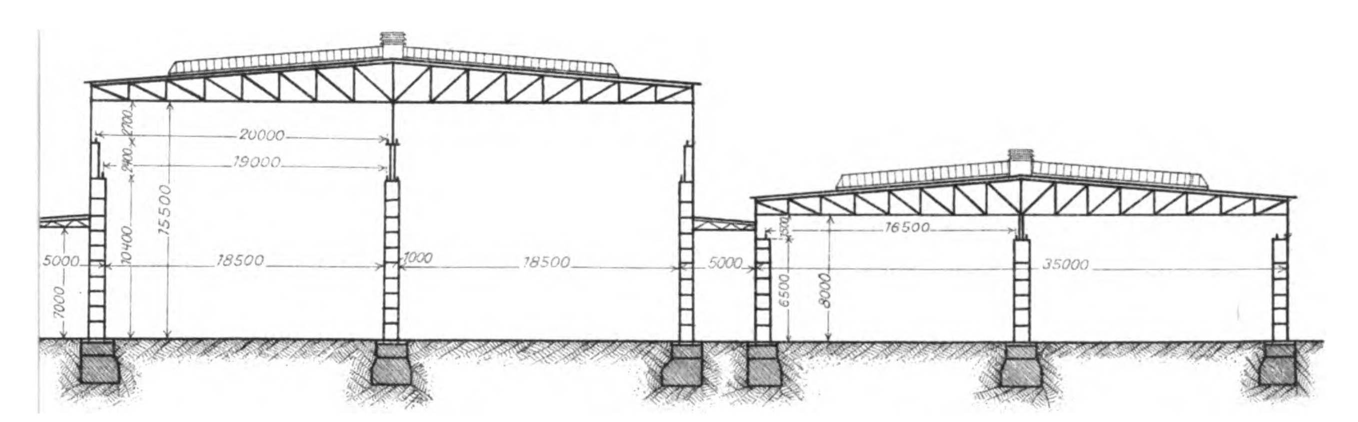
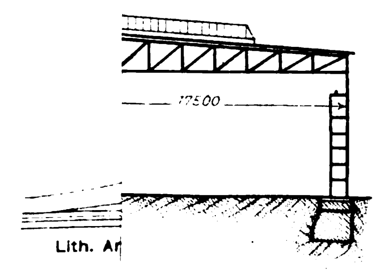



Abb. 10. Querschnitt zur Quer-Längswerkstätte ohne Schiebebühne.




Lith. An

C. W. Kreidel's Verlag, München

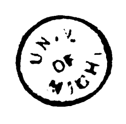
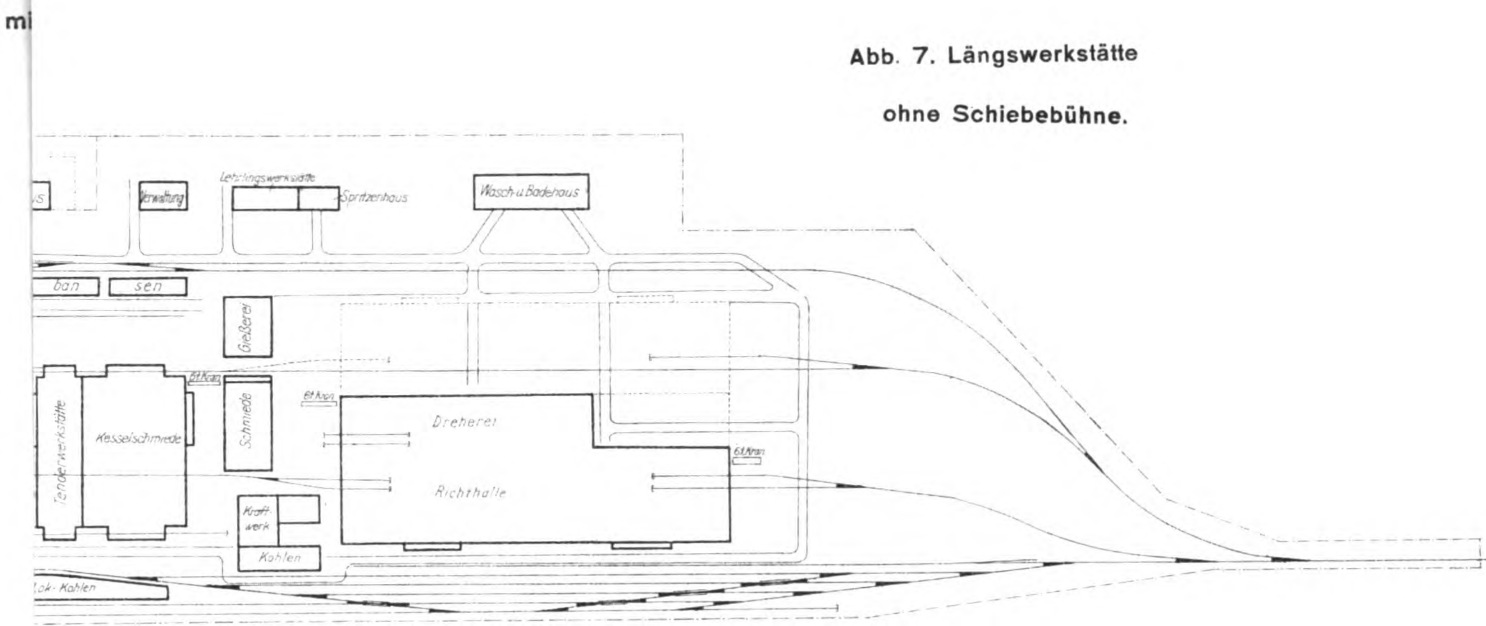


Abb. 1
mi

Abb. 7. Längswerkstätte ohne Schiebebühne.




8. Querschnitt zur Längswerkstätte ohne Schiebebühne.

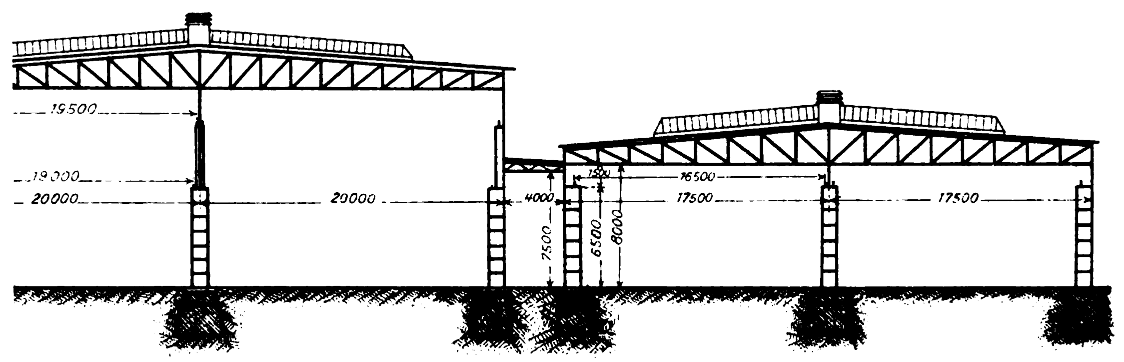
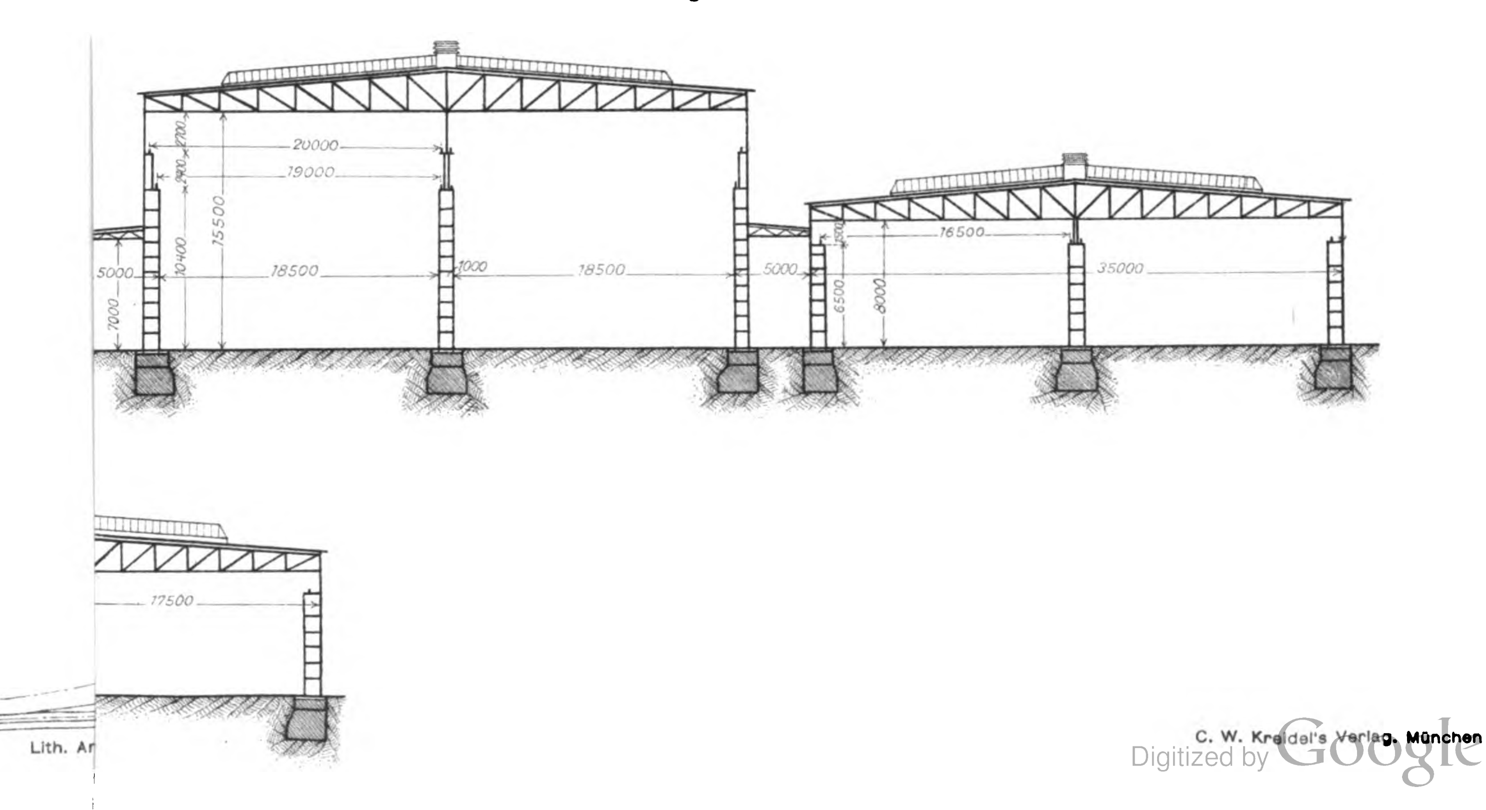



Abb. 10. Querschnitt zur Quer-Längswerkstätte ohne Schiebebühne.




Lith. Ar

C. W. Kreidel's Verlag, München



# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

**Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen**

**Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

**80. Jahrgang** **15. Oktober 1925** **Heft 19**

## Hundert Jahre Eisenbahn.

Anfang Juli haben in England festliche Veranstaltungen zur Feier des hundertjährigen Bestehens der Eisenbahnen stattgefunden. Man sieht in England die Eröffnung des Betriebes auf der Strecke Stockton—Darlington am 27. September 1825 als Ausgangspunkt für die Entwicklung des neuzeitlichen Eisenbahnwesens an, und bei der Bedeutung, die dieser Zweig des Verkehrswesens mittlerweile erlangt hat, ist es nur berechtigt, dafs man den Abschlufs des ersten Jahrhunderts mit grofsen Festlichkeiten beging. Den genauen Tag hat man allerdings nicht eingehalten, sondern man hat die Hundertjahrfeier so verschoben, dafs sie im Anschlufs an die Tagung des Internationalen Eisenbahnkongrefsverbands stattfand, die seinerseits wieder mit Rücksicht auf diese Feier in London abgehalten worden ist.

Eine Hundertjahrfeier ist zunächst dazu angetan, einen Rückblick zu tun, das, was vor 100 Jahren vorhanden war, dem heutigen Stand gegenüberzustellen und durch Eingehen auf die Zwischenstufen die Entwicklung zu veranschaulichen. Auf diesen Ton waren denn auch die festlichen Veranstaltungen in England gestimmt. Einen lebhaften Anteil an der Hundertjahrfeier hat auch das englische Fachschrifttum genommen. Die Zeitschrift »Engineer«, die unter den englischen technischen Zeitschriften an führender Stelle arbeitet und an Umfang und in bezug auf ihre drucktechnische Aufmachung wohl von keiner anderen übertroffen wird, hat schon im vorigen Jahr begonnen, die Entwicklung der Lokomotive von den Anfängen an in einem fortlaufenden Aufsatz zu schildern, von dem heute noch kein Ende abzusehen ist. Wenn es auch schon umfangreiche Veröffentlichungen über die Geschichte der Lokomotive gibt und wenn auch »Engineer« sich nur mit dem englischen Lokomotivbau beschäftigt, so bedeutet doch dieser Aufsatz eine wesentliche Bereicherung des Schrifttums auf diesem Gebiete. Die Zeitschrift »Railway Gazette« hat die Hundertjahrfeier durch ein umfangreiches Sonderheft begangen, in dem die Entwicklung des englischen Eisenbahnwesens in Einzelbildern geschildert wird. Das Heft ist zweisprachig — englisch und französisch — geschrieben und reichlich mit reizvollen Bildern ausgestattet. Aufserdem haben alle nennenswerten Fachzeitschriften, zum Teil in verstärkten Heften, über die Festlichkeiten aus Anlafs des hundertjährigen Bestehens der Eisenbahnen eingehend berichtet und diese Berichte mit reichlichen Bilderbeigaben ausgestattet. Auf Grund dieser Quellen sei nachstehend einiges über die Ausstellung in Darlington und die Festfahrt auf der Strecke Stockton—Darlington mitgeteilt, mit welchen beiden Veranstaltungen die englischen Eisenbahnen ihr Fest begangen haben. Das Ziel beider war im wesentlichen, den Gang der Entwicklung des Lokomotiv- und Wagenbaus in den letzten 100 Jahren zu veranschaulichen, wenn dabei auch noch die anderen Gebiete des Eisenbahnwesens gestreift wurden.

Die Jahrhundert-Ausstellung war in einer Halle der neuen Wagenwerkstatt Faverdale der London und Nordostbahn, die einen Teil der bekannten Werkstätten Darlington dieser Eisenbahngesellschaft bildet, untergebracht. Die Strecke Stockton—Darlington ist ein Teil des Netzes dieser Gesellschaft, und so war es denn deren Ehrenpflicht, die Hauptlast der festlichen Veranstaltungen zu tragen.

Den Kern der Ausstellung bildeten Gegenstände aus dem Eisenbahnmuseum der London und Nordostbahn in York, das namentlich ältere Literatur und geschichtlich wertvolle Erinnerungsstücke dargeliehen hatte. Um den damaligen Anfang und das heutige Ende der Entwicklung im Lokomotivbau zu veranschaulichen, war einem Modell von Stephensons »Rocket« eine neue 115 t schwere Güterzuglokomotive gegenübergestellt, die in der der Wagenwerkstatt Faverdale benachbarten Lokomotivwerkstatt Stooperdale gebaut worden war. Ferner enthielt die Ausstellung aus dem Gebiete des Eisenbahnwagenbaus den ältesten englischen Hofwagen, und auf den Gleisen in der Umgebung der Wagenwerkstatt wurden nach der noch zu beschreibenden Festfahrt die meisten Lokomotiven und Wagen aufgestellt, die an der Festfahrt Teil genommen hatten. Hier waren auch noch eine Anzahl Lokomotiven, Nachbildungen geschichtlich wertvoller Gegenstände aus diesem Gebiet, aufgestellt, die zum Teil durch Druckluft angetrieben, in Tätigkeit vorgeführt werden konnten. Auch der Oberbau und Sicherungsvorrichtungen, Fernmeldeanlagen und dergleichen waren in der Ausstellung vertreten.

Die bemerkenswerteste Veranstaltung aus Anlafs der Jahrhundertfeier der Eisenbahnen war aber der Festzug von Lokomotiven, Wagen und Eisenbahnzügen, der sich am 2. Juli über die Strecke Stockton—Darlington bewegte. Er enthielt 54 Nummern und sollte noch eindringlicher als die Ausstellung den Zuschauern die Entwicklung des Lokomotiv- und Wagenbaus in den letzten 100 Jahren unmittelbar vor Augen führen. Alle 54 Nummern des Festzugs hier zu beschreiben, würde zu weit führen, es seien nur einige der bemerkenswertesten herausgegriffen.

Um gleich zwei Gegensätze, die bezeichnend für den Eisenbahn-Festzug waren, hervorzuheben, seien zunächst die »Locomotion Nr. 1«, mit der seiner Zeit der Betrieb auf der Strecke Stockton—Darlington eröffnet worden ist, und eine schwere, neue Güterzug-Lokomotive der London und Nordostbahn, die soeben erst die Werkstatt verlassen, als Anfang und Endpunkt der Entwicklung bis auf den heutigen Tag, die allerdings keinen Abschlufs bedeutet, erwähnt. (Abb. 1 und 2).

Locomotion Nr. 1 aus George Stephensons Werkstatt etwa als 16. Lokomotive hervorgegangen, hat zwei senkrecht stehende Zylinder, von 25,4 m Durchmesser und 61 cm Hub, die oben auf der Längsachse des Kessels aufgebaut sind. Mit Hilfe von Hebeln und seitlichen Verbindungsstangen werden von ihnen die vier gufseisernen Räder angetrieben, die 1,22 m Durchmesser haben. Die Räder sind durch Kuppelstangen so miteinander verbunden, dafs ihre Kurbelzapfen in rechtem Winkel zueinander stehen. Der Kessel hat einen Durchmesser von 1,22 m und ist 3,05 m lang; er wird von einem Rauchrohr von 61 cm Durchmesser durchdrungen, das unmittelbar in den Schornstein einmündet. Die Heizfläche beträgt etwa 5,5 qm. Der Radstand ist 1,58 m. Die Lokomotive hat ein Dienstgewicht von 6,5 t, wozu noch der zweiachsige Tender mit 2,25 t kommt. Bei 3,5 at. Kesseldruck sollte die Lokomotive etwa 10 PS leisten und mit etwa 13 km Stundengeschwindigkeit fahren. Sie ist für gewöhnlich auf einem Bahnhof jener Gegend aufgestellt und ist, wie sich im Festzug gezeigt hat, heute noch lauffähig.

Die Güterzuglokomotive der London und Nordostbahn, das Gegenstück zu Lokomotiven Nr. 1, ist die erste Lokomotive der Radanordnung 1 . D . 1, die für eine englische Eisenbahn gebaut worden ist, und wird mit ihren 151,4 t Dienstgewicht (einschliefslich des dreiachsigen Tenders) nur von einer Garratt-Lokomotive übertroffen, die ebenfalls als erste ihrer Bauart soeben in den Lokomotivpark der London und Nordostbahn eingestellt worden ist. Sie wird an anderer Stelle im »Organ«

des näheren beschrieben, und es braucht daher hier auf Einzelheiten ihrer Bauart nicht weiter eingegangen zu werden.

Der alte Zug aus dem 1. Jahr der Eisenbahn bildete den Schlufs des Festzuges. Die Spitze wurde von einer

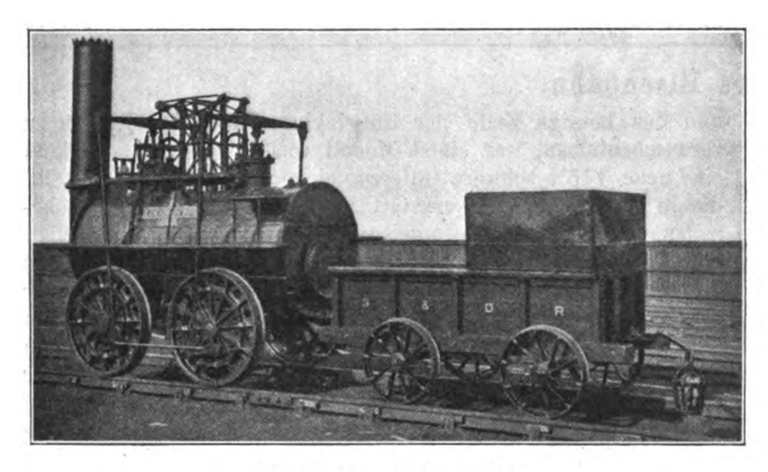


Abb. 1. Die „Locomotion".

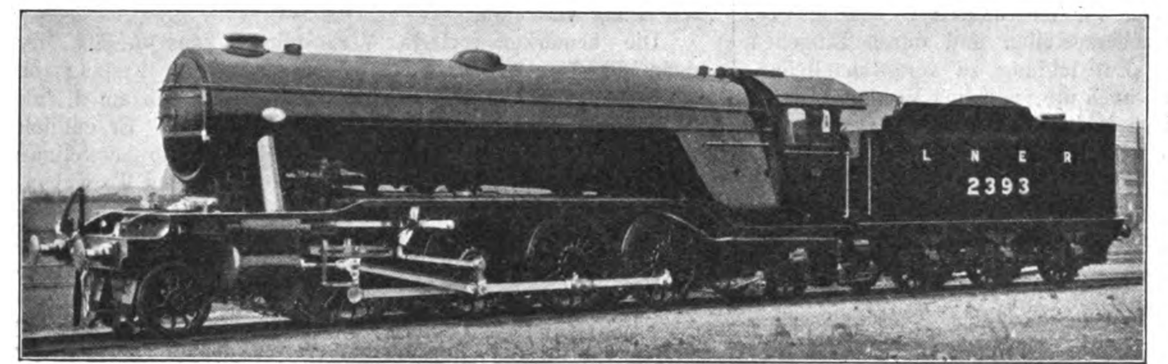


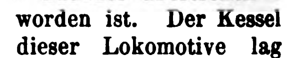
Abb. 2. 1 D 1 - h 3 Güterzuglokomotive der London-Nordost-Bahn, gebaut 1925 von den Doncaster-Werken.

Lokomotive gebildet, die George Stephenson und Nicholas Wood im Jahre 1822 in der Werkstatt des Bergwerks Hetton, ehe Stephenson seine Lokomotivbauanstalt in Newcastle-on-Tyne errichtete, gebaut hatten. Sie hatte zwei angetriebene Achsen. 1857 und 1882 ist sie umgebaut worden, sie hat also ein sehr erhebliches Dienstalter erreicht. Die nächste Lokomotive aus dem Jahre 1845, »Derwent« (Abb. 3), hatte drei angetriebene Achsen; sie war nach einem Entwurf von Timothy Hackworth in einer Giefserei in Darlington für die Stockton—Darlington-Eisenbahn gebaut und in ihrer Bauart kennzeichnend für eine Güterzuglokomotive jener Zeit. Nach einigen Lokomotiven, die man als aus dem Mittelalter des Lokomotivbaus stammend bezeichnen kann, folgten sodann zwei neuzeitliche Lokomotiven: eine 2. C-Dreizylindermaschine aus dem Jahre 1921, in der Werkstatt Darlington der London und Nordostbahn nach einem Entwurf von deren Lokomotiv-Oberingenieur Sir Vincent L. Raven erbaut, und eine 1. C-Lokomotive, ebenfalls mit drei Zylindern, aus derselben Werkstatt, 1925 nach dem Entwurf ihres jetzigen leitenden Lokomotivbeamten, H. N. Gresley erbaut.

Die nächsten fünf Schaustücke sollten die Entwicklung der Lokomotive mit vier angetriebenen Achsen zeigen: zunächst eine 4/4 gekuppelte Vierzylinder-Verbundmaschine aus dem Jahre 1901, in der Werkstatt Crewe der damaligen London und Nordwestbahn nach dem Entwurf von F. W. Webb gebaut, dann eine Lokomotive derselben Radanordnung aus derselben Werkstatt, aber aus dem Jahre 1922, nach dem Entwurf von C. J. Bowen Cooke, weiter zwei 1. D-Lokomotiven, die erste 1924 in der Werkstatt Doncaster der London und Nordostbahn nach dem Entwurf von Gresley, die zweite in der Werkstatt Swindon der Grofsen Westbahn im Jahre 1919 nach dem Entwurf von G. J. Churchward gebaut; die erstgenannte dient zur Beförderung schwerer Kohlenzüge aus den Bergwerksgegenden von Yorkshire und Nottingham nach London, die an zweiter Stelle genannte wird zur Beförderung schnellfahrender Güterzüge und schwerer Personensonderzüge verwendet. Den Schlufs dieser Gruppe bildete die schon erwähnte 1. D. 1-Lokomotive neuester Bauart.

Sehr anerkennenswert ist es, dafs bei jeder Lokomotive auch der entwerfende Ingenieur genannt und so bei der Jubelfeier auch seiner gedacht ist; auch die Nennung der Werkstätten, aus denen die Lokomotiven hervorgegangen sind, ist wertvoll. Sie vermittelt für den Sachkundigen einen Überblick über die Wege, die der Lokomotivbau bei den einzelnen englischen Eisenbahngesellschaften gegangen ist.

Auf eine elektrische Güterzuglokomotive mit 2 × 4 Triebachsen aus dem Jahre 1914 folgte dann eine Gruppe von Lokomotiven mit nur einer angetriebenen Achse; zunächst eine Nachbildung des North Star aus den Werken von Robert Stephenson & Co., 1837 für eine Eisenbahn mit 1,83 m Spurweite erbaut, dann für Brunels Breitspur von 2,135 m umgebaut und in diesem Zustande von der Grofsen Westbahn übernommen; dann die Cornwall, von Francis Trevethick 1847 in Crewe gebaut. Die Triebräder dieser Lokomotive haben 2,6 m Durchmesser, ein Mafs, das weder vorher noch nachher übertroffen



worden ist. Der Kessel dieser Lokomotive lag ursprünglich unter der Triebachse, und erst 1858 ist sie auf die sonst übliche Anordnung des Kessels umgebaut worden. Die folgenden Lokomotiven mit nur einer Triebachse waren Schnellzuglokomotiven aus den Jahren 1872, 1899 und 1900, nach Entwürfen von Patrick Stirling in Doncaster (Grofse Nordbahn) (Abb. 4), von S. W. Johnson in Derby (Midlandbahn) und von H. Pollitt in Gorton (Great Central-Eisenbahn) gebaut.

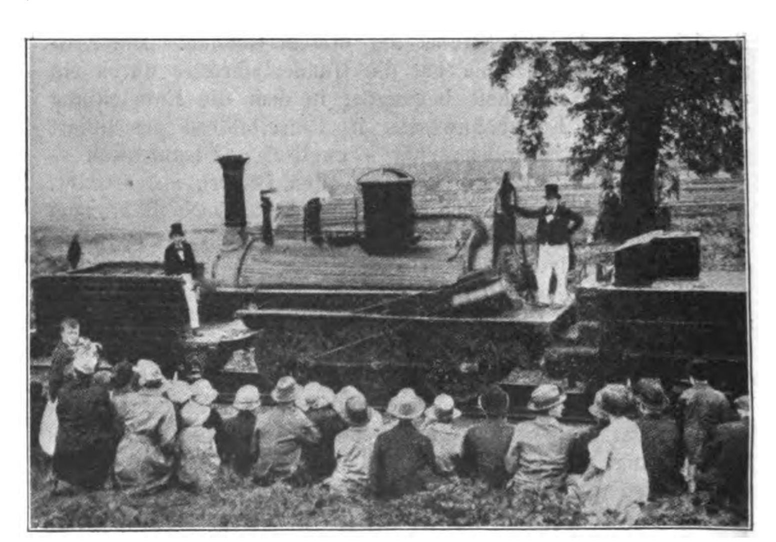


Abb. 3. The „Derwent". Typische Kohlenzuglocomotion der Stockton—Darlington-Bahn aus dem Jahre 1845 im Festzug.

Acht weitere Lokomotiven liefsen die Fortschritte im Bau von Schnellzuglokomotiven mit zwei Triebachsen von 1875 bis 1911 erkennen. Von ihnen sei nur erwähnt, dafs die älteste von ihnen, aus der Werkstatt Gateshead der Nordostbahn herrührend, schon im Jahre 1875 an der damaligen 50 Jahrfeier der Eisenbahn und an bemerkenswerten Bremsversuchen jener Zeit teilgenommen hat, und dafs eine andere, 1902 in Doncaster erbaut, die erste in England war, bei der der Kesseldurchmesser auf 1,68 m vergröfsert wurde; eine dritte von ihnen, 1911 in Darlington gebaut, war die erste Dreizylindermaschine für Schnellzugdienst in England.

In der nächsten Gruppe, deren Lokomotiven drei Triebachsen hatten, war auch eine elektrische Lokomotive enthalten. Da die Strecke nicht für elektrische Zugförderung ausgerüstet



Abb. 4. Schnellzuglokomotive mit Einzeltriebachse im Festzug; gebaut 1872 für die Great Northern-Bahn.

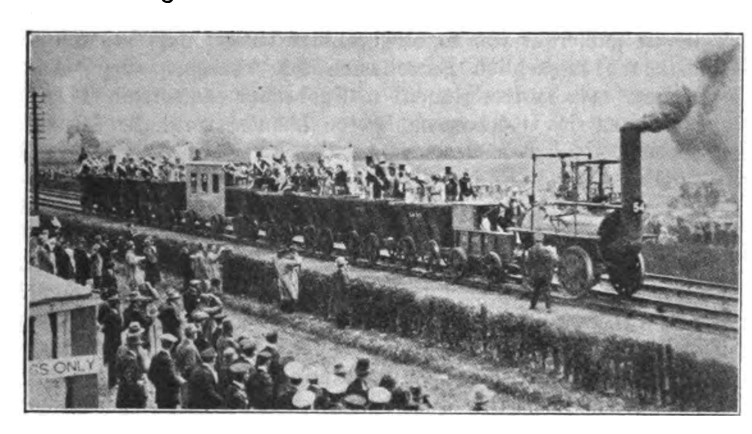


Abb. 5. Originallokomotive Locomotion mit Nachbildung des bei Eröffnung der Stockton—Darlington-Bahn am 27. September 1825 beförderten Wagenzuges.

ist, mufste sie ebenso wie die schon früher genannte von einer Vorspannmaschine gezogen werden. Die anderen Lokomotiven dieser Gruppe waren: eine 2.C aus dem Jahre 1900 aus der Werkstatt Gateshead, Entwurf Wilson Worsdell, die erste ihrer Art, die daher 1900 auf der Pariser Weltausstellung mit einer goldenen Medaille ausgezeichnet worden war, eine 2.C mit vier Zylindern aus der Werkstatt Gorton, Entwurf J. G. Robinson, eine 2.C, ebenfalls mit vier Zylindern, aus der Werkstatt Crewe, Entwurf C. J. Bowen Cooke, eine 2.C.1 mit drei Zylindern, im Jahre 1924 von der North British Lokomotive Company in Glasgow nach dem Entwurf von Gresley gebaut und mit dessen Steuerung ausgestattet.

Hatten die bisher genannten Lokomotiven alle Schlepptender, so folgte nunmehr eine Gruppe Tenderlokomotiven, der erst noch eine Verbundlokomotive mit der Radanordnung 1.A.2 aus dem Jahre 1851 vorausging.

Den Schlufs des ersten, die Lokomotiven enthaltenden Teils des Festzuges bildete die schon erwähnte Garratt-Lokomotive von Beyer, Peacok & Co. in Manchester für die London und Nordostbahn gebaut. Sie ist nicht nur die gröfste der Bauart Garratt, die bisher gebaut worden ist, sondern wird auch als die stärkste Lokomotive der englischen Eisenbahnen bezeichnet. Sie soll als Schiebemaschine für schwere Kohlenzüge auf einer Strecke dienen, die auf 11 km Länge dauernd steigt, darunter über 3 km in 1:40; die 1000 t schweren Züge werden hier von zwei Lokomotiven gezogen und von zwei oder drei geschoben; letztere soll die neue Lokomotive ersetzen.

Die zweite Hälfte des Festzugs bestand aus sieben ganzen Eisenbahnzügen. Der erste von ihnen zeigte eine Anzahl zweiachsige Personenwagen der ehemaligen Great North of Scotland-Eisenbahn, erbaut im Jahre 1865, gezogen von einer 2.B-Lokomotive aus demselben Jahre. Darauf folgte ein neuzeitlicher Zug von Durchgangswagen der London, Midland und Schottischen Eisenbahn, gezogen von einer 2.C-Lokomotive dieser Gesellschaft; Wagen wie Lokomotive sind in deren eigenen Werkstätten gebaut. Der ausgestellte Zug dient für den Verkehr zwischen London und Schottland. Weiter wurde ein Hofzug und ferner ein sog. Gelenkzug — articulated train — vorgeführt, bei dem ähnlich wie bei der Bauart Jakobs die einander zugekehrten Enden zweier benachbarter Wagen auf einem gemeinschaftlichen Drehgestell ruhen. Der Maschinen-Oberingenieur der London und Nordostbahn, Gresley, hat für diese Bauart eine neue Anordnung erfunden, und nach seinem Entwurf ist der Zug in der Werkstatt Swindon gebaut. Er dient für den Verkehr zwischen London und Plymouth. Auch die Südbahn führte einen Schnellzug mit Lokomotive aus eigener Werkstatt vor, und auf ihn folgte ein Schnellzug der London und Nordostbahn für den Verkehr zwischen London und Schottland mit einer aus drei Teilen — Speisewagen 1. Klasse, Küchenwagen, Speisewagen 3. Klasse — bestehenden Einheit zur Verpflegung der Reisenden; die Küche dieser Einheit wird elektrisch betrieben. Unter den vorgeführten Zügen befand sich auch ein Güterzug der London und Nordostbahn für die Beförderung von Kohle und Erzen, bestehend aus Selbstentladewagen von 10,5 t, 20 t und 40 t Ladefähigkeit, die den Fortschritt im Bau derartiger Wagen zeigen sollten.

Nicht unerwähnt sollen noch zwei Triebwagen bleiben, die im Festzug liefen, der eine mit Dampfbetrieb, der andere mit Verbrennungsmotor.

Den Schlufs des ganzen Festzugs bildete eine getreue Nachbildung des Zuges, mit dem vor 100 Jahren der Betrieb auf der Strecke Stockton—Darlington eröffnet worden war. Er wurde von der alten Original-Lokomotive gezogen (Abb. 5). Allerdings fuhr die Lokomotive mit erborgter Kraft, im Tender war nämlich ein Benzolmotor untergebracht, um aber die äufsere Erscheinung vollständig zu machen, stiegen Rauchwolken von einem in der Feuerbüchse unterhaltenen Feuer aus dem Kamin hervor. Der Zug bestand aus einer Anzahl offener Güterwagen, die, zunächst zur Beförderung der Kohle bestimmt, damals auch von den Fahrgästen benutzt werden mufsten. Mitten im Zug lief ein geschlossener Wagen, wie er damals für die Direktoren der Gesellschaft in den Zug eingestellt worden war. Der ganze Zug war von Fahrgästen im Anzug der damaligen Zeit und von einer entsprechend angezogenen Musikkapelle besetzt. Vor ihm ritt, wie es damals vorgeschrieben war, ein Reiter mit einer roten Fahne. Die Vorüberfahrt dieses Zuges rief unter den Zuschauern helle Begeisterung hervor, für seine Insassen wird die Fahrt in den Wagen ohne Tragfedern mit ungefederten Buffern aus Holz nicht gerade angenehm gewesen sein.

## Zu einer dynamischen Theorie des Eisenbahnoberbaues.

Bemerkungen zu dem Buche Dr. Ing. Dreyers »Beiträge zu einer dynamischen Theorie des Eisenbahnoberbaues.«

Auf allen Gebieten, im Brückenbau, Maschinenbau usw. ist man gegenwärtig bemüht, die bisherige allzu einseitige Betonung der Statik zu verlassen und den überaus wichtigen Gesichtspunkten der Dynamik Eingang zu verschaffen. Es werden damit Aufgaben angegriffen, die ungemeine Erschwernisse aufweisen und deren Bearbeitung fast durchwegs zu schwierigen und schwierigsten Formeln und Rechnungen führt. Die Bedeutung der Aufgabe ist vor allem in wirtschaftlichem Sinne allgemein über jeden Zweifel erhaben. Was hilft es, wenn wir statisch mit Kilogrammen knausern und bei bisheriger Ungeklärtheit dynamischer Verhältnisse infolge des Zwanges, mit ganz unsicheren geschätzten Wertziffern zu rechnen, dynamisch nach Tonnen hinauswerfen? Dynamische Gesichtspunkte fordern überall da Geltung, wo man es mit bewegten Lasten zu tun hat. Wo wäre das ausgesprochener der Fall als beim Eisenbahnoberbau? Es wird kein Tragwerkgebilde geben, bei dem dynamische Beanspruchungen eine so hervorstechende Rolle spielen wie hier, keines, bei dem die Masse der bewegten Last zu der des Tragwerkes in so ausschlaggebendem Maſse in Beziehung steht, keines, bei dem infolge Berücksichtigung dynamischer Gesichtspunkte erzielte wirtschaftliche Ersparnisse, die sich auf die derzeitige, weit mehr als eine Million Kilometer umfassende Länge der Schienenwege der Erde beziehen, so durchschlagend sein können wie hier, leider aber auf keines, bei dem die Berücksichtigung dynamischer Gesichtspunkte bei der Unsicherheit aller Berechnungsgrundlagen mehr Schwierigkeiten macht als beim Oberbau. Sich auf diesem dornenvollen und geringe Aussichten auf leichte Erfolge verheiſsenden Gebiete zu betätigen, ist des Schweiſses des Edlen wert und in diesem Sinne darf ich die von Dr. Ing. Dreyer in teilweiser Benützung seiner Doktordissertation gelieferten »Beiträge zu einer dynamischen Theorie des Eisenbahnoberbaues« 1925, Verlag Johs, A. Mahr, München, wärmstens begrüſsen und im voraus mein Bedauern aussprechen, daſs es dem Verfasser durch Teilnahme am Kriege und später durch Veränderung seines Fachgebietes nicht mehr möglich war, seine Beiträge, wie es sehr wünschenswert gewesen wäre, weiter auszubauen.

Die Beurteilung des Büchleins begegnet nicht geringen Schwierigkeiten. Der Verfasser, der mit einem groſsen mathematischen Rüstzeug zu arbeiten scheint, macht von der in der ersten seiner ganz wenigen Fuſsnoten beanspruchten Freiheit, seine zum Teil sehr umfangreichen Zwischenrechnungen fortzulassen, in umfassendster Weise Gebrauch. Er scheint diese Freiheit auch auf seine mathematischen Entwicklungen auszudehnen und damit hüllt sich über wesentliche Teile seiner Ausführungen so etwas wie ein Schleier, hinter dem sich gut und böse verbergen kann. Es tauchen als Ergebnisse lange Formeln und bezeichnende Schaubilder auf, ohne daſs man deren Entstehung genügend überblicken kann, Buchstaben treten auf, deren Bedeutung schwer zu erkennen ist oder gar innerhalb weniger Zeilen sichtlich wechselt. Auch Druckfehler scheinen manchmal hereinzuspielen. Hinweise auf Schrifttum fehlen leider fast vollständig und wo sie gegeben werden, sind sie vielfach zu allgemein. Z. B. gleich zu Beginn, Seite 10 wirkt der Hinweis »wie aus Handbüchern entnommen werden kann«, nicht recht aufklärend, um so mehr, als mit dieser Wendung Formeln eingeführt werden, die auch dem Sonderfachmann nicht allgemein geläufig sind und bei denen z. B. die Rolle, die E in ihnen spielt*), den Eindruck macht, als ob Druckfehler mitgespielt haben müſsten. Durchgeführte Beispiele fehlen völlig und wo Ansätze zu Beispielen gemacht werden wie S. 59 f., sind sie so kurz, undurchsichtig und lediglich auf Ergebnisse beschränkt, daſs ihr eigentlicher Zweck, erklärend zu wirken und den Leser von der Anwendbarkeit und Zweckmäſsigkeit entwickelter Theorie zu überzeugen, nicht erreicht wird.

*) Nachträglich bemerke ich, daſs anscheinend zwischen E und *E* zu unterscheiden ist. Der Unterschied ist nicht aufgeklärt.

Sehr richtig deutet der Verfasser zu Beginn auf die Unzulänglichkeit bisheriger Versuche über die beim Oberbau ungemein maſsgebende Bettungsziffer hin. Abgesehen davon, daſs auf dem Gebiete des Oberbaues überhaupt zu wenig Versuche gemacht werden — seit über 25 Jahren, das ist seit Ast und Wasiutyński, ruhen sie fast ganz, — arbeiten sie viel zu wenig der Theorie in die Hand. Erst in neuerer Zeit sind wieder Versuche im Gange und es kommt jetzt vor allem darauf an, ihnen eine Richtung zu geben, mit der die Theorie, die bei der praktischen Schwierigkeit der Verhältnisse hier unbedingt einsetzen muſs, etwas anfangen kann. Vor allem muſs der starre Gedanke beseitigt werden, als ob die Versuche immer nur, weil Ast und Wasiutyński es einmal so vorgemacht haben, auf Lokomotiven sich beziehen dürften. Die Lokomotive mit ihren engen, sich in ihren Wirkungen gegenseitig überlagernden Lastenstellungen und mit ihren hin- und hergehenden Massen ist für die Bedürfnisse der Oberbauberechnung ein viel zu verwickeltes Gebilde. Auch ist es sehr fraglich, ob überhaupt die maſsgebenden gröſsten Oberbaubeanspruchungen gerade unter den Gruppenlasten der Lokomotive stattfinden (vergl. Dr. Bloss, Organ 1923, Heft 7, S. 144; Dr. Geiger, Der Bauingenieur 1924, Heft 19). Maſsgebender scheinen Einzellasten zu sein und gerade bei diesen kann auch die Theorie viel eher ansetzen. Man wende nicht ein, daſs Einzellasten bei unseren Fahrzeugen nicht vorkommen. Die unter der Radlast am Oberbau sich bildende Durchbiegungswelle ist immerhin von so beschränkter Länge, daſs bei weiten Radständen tatsächlich Einzellasten mit wünschenswerter Annäherung als Vertreterinnen maſsgebender äuſserster Beanspruchungen des Oberbaues auftreten können (vergl. Dr. Bloss, wie oben).

Die Ableitung der Grundgleichung in Kapitel 2 des Dreyerschen Buches ist tatsächlich nichts anderes, als daſs das Verfahren, das Dr. Zimmermann in seinem vor allem mathematisch so überaus bedeutsamen Buch »Die Schwingungen des Trägers mit bewegter Last,« Berlin 1896, auf den Träger mit zwei starren Stützen anwendet, auf den Querschwellenoberbau übertragen wird. Wenn dies in der Fuſsnote S. 12 klar gesagt würde, wäre manchem das Eindringen in den Inhalt des Buches erleichtert. Dieses mathematisch völlig exakte Verfahren Zimmermanns besteht darin, daſs die Kurve der Senkungen für ruhende Last aufgestellt und daſs ermittelt wird, welche Form diese Kurve bei gröſserer Geschwindigkeit der Last annimmt. Dr. Zimmermann hat dieses Verfahren auf die einfachsten Verhältnisse des gewichtslos gedachten Trägers mit überall gleichem Querschnitt auf nur zwei und zwar festen Stützen und mit einer unveränderlichen Einzellast angewendet und ist schon unter diesen allereinfachsten Annahmen auf eine Differentialgleichung gestoſsen, die früher nicht zu lösen war. Diese Differentialgleichung zu erschlieſsen, war eine mathematische Groſstat unseres verehrten Altmeisters nötig. Dieses Verfahren auf den Querschwellenoberbau anwenden zu wollen, wo alles »schwimmt«, wo weder Last noch Auflagerung feste Werte und einfache analytische Ausdrucksformen annehmen, ist sicher ein Wagnis. Zur Aufstellung der »Bahnkurve für Ruhelast« bezieht sich Dr. Dreyer auf das Mittelfeld eines Trägers auf vier elastischen Stützen. Es kann das für den vorliegenden Fall

natürlich nur eine Annäherung sein und man pflegt von Annäherungen im allgemeinen gerne zu erwarten, dafs sie zu einigermafsen einfachen Anschauungen und analytischen Ansätzen führen. Leider sind alle unsere Oberbauberechnungen, die die Querschwellenunterstützung berücksichtigen, selbst wenn sie sich auf eine ganz geringe Zahl von Stützpunkten beschränken, ungemein weitläufig und verwickelt. Dr. Dreyer kommt auf diesem Wege zu einer nicht einfachen Differentialgleichung II. Ordnung, die eine erzwungene Schwingung mit zeitlich veränderlicher Elastizitätsstärke darstellt, also eine Art pseudoharmonische Schwingung, wie sie Duffing in seinem Buch über »Erzwungene Schwingungen bei veränderlicher Eigenfrequenz« usw., Braunschweig, Verlag Vieweg 1918, behandelt und selbst bei einfacher Form nur als annäherungsweise lösbar bezeichnet. Dr. Dreyer nimmt sodann mit einer Begründung, für die weitere Ausführungen und Beweise zu begrüfsen wären, konstante Elastizitätsstärke an und überführt damit die Differentialgleichung auf ein System einander überlagernder erzwungener Schwingungen. Aus diesem System folgert er unter der weiteren vorübergehenden Annahme konstanter Lastverhältnisse, dafs die Bahnkurve sich aus einer Parallelen zur Schienenoberkante in einem für alle Geschwindigkeiten gleichbleibenden Abstand zu dieser und einem System überlagernder Eigenschwingungen zusammensetzt, welch letztere zu der Forderung führen, dafs gewisse Verhältnisse zwischen normaler Streckengeschwindigkeit und Schwellenabstand für bestimmte Lokomotivgattungen vermieden werden sollen. Wir sind also mit grofsem Rüstzeug zu der bekannten einfachen Wahrheit gelangt, dafs die Bahnkurve für Ruhelast eine Parallele zur Ruhelage der Gleisoberkante ist, während uns für die überlagernden Schwingungen tatsächlich Erfahrungen eigentlich nicht zur Verfügung stehen, jedenfalls nicht bekannt geworden ist, dafs zwischen Zuggeschwindigkeit und Schwellenabstand bei üblichen Oberbauten zu beanstandende oder gefahrvolle Verhältnisse, Resonanz oder ähnliches, aufzutreten pflegen.

Im weiteren wird dann der Einflufs der bewegten Massen der Lokomotiven und der Schwingungen des Wagenkastens in die entwickelte Theorie eingeführt. Auch auf diesem nicht unwichtigen Gebiete fehlen, wie nebenbei bemerkt sei, fast alle Versuche. Analytisch wird die Bedingung der Resonanz dieser Bewegungen mit den Durchbiegungen der Schiene zwischen den Schwellen festgestellt. Der Schienenstofs wird als Schienenstrang auf vier symmetrisch angeordneten Stützen betrachtet, der in der Mitte gestofsen ist. Die Entwicklung der Bahnkurve für Ruhelast führt hier zu umfangreichen Formeln, deren Entstehung zu kurz angedeutet ist, um ein Urteil bilden zu können. Auf die Anschreibung etwas umfangreicher Werte von Formgröfsen wird verzichtet. Durch Einführung dieser Formeln ergibt sich die Differentialgleichung der Oberbauschwingung. Im weiteren ist die Sache zu kurz abgehandelt, um die Richtigkeit und praktische Verwertbarkeit der Theorie beurteilen zu können. Das gleiche dürfte auf die folgende »Berücksichtigung dämpfender Wirkungen« zutreffen. Die »Verwertung der Schwingungsgleichungen« will nur für den weiteren Ausbau einer dynamischen Theorie Fingerzeige geben. Leider ist das letzte Kapitel »einige Anwendungen«, von dem man sich die Klärung mancher Geheimnisse hätte erwarten mögen, mit einigen wenigen Seiten viel zu kurz ausgefallen.

Wir werden uns am Oberbau in dynamischen Berechnungen bei der Schwierigkeit und Unsicherheit aller Verhältnisse immer nur auf grofse Gesichtspunkte einstellen können. Müssen wir uns denn, bildlich gesprochen, allzuweit von dem auf unendlicher Kette von Querschwellen aufgelegten Oberbau aufstellen, um zu erkennen, dafs wir für solche Berechnungen ruhig den Querschwellenoberbau als ein durchlaufend gestütztes Band, m. a. W. als Langschwellenoberbau, der glücklicherweise auf viel einfacheren Rechnungsgrundlagen als der Querschwellenoberbau beruht, betrachten können? Wie das rechnerisch angestellt werden kann, dafür hat ja schon Haarmann einen recht brauchbaren Vorschlag gemacht und Flamache hat nachgewiesen, dafs der Fehler der Vereinfachung im Mittel nur 1 % ausmacht, während Ungleichheiten des Stopfens und Ungenauigkeiten der Schienen 50 % Abweichungen von der Berechnung herbeiführen können, abgesehen von den Stöfsen, die das Zweieinhalbfache der ruhenden Beanspruchungen erreichen. Die theoretischen geringen Durchbiegungen, die der Oberbau neben seiner Gesamtdurchbiegung zwischen den einzelnen Schwellen erfährt, spielt bei der Steifheit neuzeitiger Schienen und bei schnell bewegten Lasten nicht entfernt die Rolle, dafs es sich deshalb verlohnen würde, der kaum bei Zulassung gröfster Einschränkung der Zahl der Stützpunkte geniefsbaren Theorie der Querschwellenunterstützung in die an sich so schwierige dynamische Berechnung Einlafs zu gewähren. Dafs auf diesen fast nur theoretisch bekannten Durchbiegungen zwischen den Schwellen sich beachtenswerte Verhältnisse wie Resonanz und ähnliches aufbauen könnten, darüber sagt uns die Erfahrung eigentlich nichts. Wohl aber spricht sie von Resonanz zwischen Schienenstofs und Lastenfolge.

Das Büchlein von Dr. Dreyer will nicht mehr geben als »Beiträge«. Auf einem Gebiete, an das sich so wenige wagen, ist jeder Versuch, mitbeizutragen, anzuerkennen. Das Büchlein gibt, trotzdem es mir noch sehr der Ausarbeitung zu bedürfen scheint, viele Anregungen und kann von keinem übergangen werden, der auf dem Gebiete der Oberbautheorie auf dem Laufenden sein will. Dr. Saller.

## Ausgestaltung des Oberbaues auf Holzschwellen.

Dr. Ing. K Schaechterle (Stuttgart) bespricht in der Verkehrstechnischen Woche (1925, Nr. 21) die Ausgestaltung des Oberbaues auf Holzschwellen und kommt wie Goering und Bräuning schon 1899 und Rüppel 1891 zu dem Schlufs, dafs mit Rücksicht auf die wesentlich erhöhten Zugslasten und Geschwindigkeiten (künftige Achsdrucke bis 25 t) wir allmählich zu dem heute noch als best anerkannten englischen System der Schienenstühle an Stelle der zu schwachen Unterlagsplatten kommen müssen, da hierdurch die Liegedauer der Holzschwellen, die dabei weniger durch Abnützung als durch Verwitterung bedingt ist, nahe bis zur natürlichen durch die Tränkung bedingten Lebensdauer der Schwellen verlängert werden kann.

Er begründet dies auf Grund der neueren Forschungsarbeiten über Holzfestigkeit damit, dafs selbst durch Vergröfserung der Unterlagplatten und den Ersatz der Schienennägel durch Schrauben (seit 1890) nicht verhindert werden konnte, dafs sich die Platten rasch in die Weichholzschwellen eindrücken und die Schwellenschrauben im Weichholz einen zu geringen seitlichen Widerstand finden.

Das einseitige Bestreben nach billigen Beschaffungskosten bei gleichzeitiger Unterschätzung der erhöhten Unterhaltungsaufwendungen habe sich im Laufe der Zeit mehr und mehr als unwirtschaftlich herausgestellt.

Die Weiterentwicklung des Weichholzoberbaues für schweren Betrieb sei nur dadurch möglich, dafs man die Schienenbefestigung auf der Unterlagplatte vollständig von der zwischen Unterlagplatte und Schwelle trennt (diese Forderung erfüllt der badische Oberbau bereits), dafs man den Schienendruck mittels kräftiger Stuhlplatten auf eine grofse Fläche möglichst gleichmäfsig verteilt und die Seitenkräfte ohne örtliche Überbeanspruchung der Holzfestigkeit überträgt.

Einen Schienenstuhl hat 1891 bereits Goering und Rüppel, 1899 Bräuning und einen verbesserten ebenfalls Bräuning 1908 vorgeschlagen.

Der verbesserte Bräuningsche Stuhl (Gufseisen) für Betriebslasten bis zu 9 t wiegt nur 10,4 kg, das ist etwa halb soviel wie der englische Stuhl.

Werden die Mängel des Weichschwellenoberbaues durch entsprechende Ausbildung der Stuhlplatte und der Befestigung unschädlich gemacht, so fallen die Mehrkosten gegenüber den Ersparnissen der Unterhaltung und der Verlängerung der Liegedauer der getränkten Schwellen auf 30 Jahre kaum ins Gewicht.

Mit Dr. Ing. Schaechterle ist daher dem Stuhlschienenoberbau ein neuer energischer Verfechter entstanden.

Eine kritische Würdigung seiner Ausführungen ergibt, dafs die heute üblichen Verfahren zur Verlängerung der Liegedauer der Schwellen bis auf 30 Jahre (Colletsche Schraubendübel, Wegnersche Schlagdübel, Rambachersche Einschlagkeile und Zwischenlagen von geprefstem Pappelholz zwischen Schwelle und Unterlagplatte) ihren Zweck vollkommen erfüllen, dafs also nur der Vergleich der Kosten ausschlaggebend sein kann.

Die Kosten der Verdübelung betragen bei Schraub- und Einschlagdübeln 1,70 bis 2,00 ℳ für die Schwelle (im Gleis verdübelt), bei Rambacher-Einschlagkeilen, die nur in der Werkstätte angebracht werden können, einschliefslich der Transportkosten 4 bis 5,50 ℳ pro Schwelle.

Dagegen würden die Mehrkosten eines Schienenstuhles von ca. 10 kg Gewicht (200 ℳ/t) gegenüber einer Unterlagplatte von ca. 5 bis 6 kg Gewicht (180 ℳ/t) rund 2 ℳ pro Schwelle betragen.

Da aber ein Stuhl von nur 10 kg bei den heutigen Verhältnissen seinen Zweck kaum erfüllen wird (der in Baden verwendete Stuhl wiegt ca. 30 kg, der englische Stuhl etwa 20 kg) und mindestens mit einem 20 kg Stuhl gerechnet werden mufs, so ergeben sich rund 4 ℳ Kostenunterschied zwischen Stuhl und Unterlagplatte pro Schwelle.

Das Stuhlsystem würde daher gegenüber dem Unterlagplattensystem bei Schraub- oder Einschlagdübeln um 2,00 bis 2,30 ℳ auf die Schwelle teurer zu stehen kommen, bei Rambacher Einschlagkeilen gleich teuer bzw. 1,50 ℳ billiger.

Eine gröfsere Wirtschaftlichkeit ist daher durch den Schienenstuhl — wenigstens bei Schraub- und Einschlagdübeln — zunächst nicht gegeben und man kommt zu dem Schlufs, dafs in den heutigen Zeiten, in denen die gröfste Kunst in sparsamer Wirtschaft besteht, die bisherige Entwicklung — Unterlagplatte mit grofser Auflagerfläche, Verstärkung der Schwellenlager durch Verdübelung und Schutz dieser Lager durch Zwischenlagen von geprefsten Pappelholzplättchen — das Richtige trifft. A. Wöhrl.

## Überwachung der Zuggeschwindigkeit.

Von Reichsbahnrat **Erwin Besser**, Dresden.

Registrieruhren zur Feststellung der Zuggeschwindigkeiten an einem bestimmten Punkte der Bahnstrecke werden schon seit langer Zeit ausgeführt und sind in den letzten Jahren erheblich verbessert worden. Der Umstand, dafs sie meist nicht dauernd gebraucht werden und dafs oftmals keine Mittel zur Beschaffung verfügbar gemacht werden können, dürfte wohl der Grund sein, dafs sie nur in verhältnismäfsig bescheidenem Umfange in Gebrauch sind. Die Zählwecker, welche heute vielfach mit Signalen in Verbindung gebracht sind, um die Achtung vor einem Haltsignal zu erhöhen, haben indessen von neuem gezeigt, dafs in vielen Fällen von Zeit zu Zeit eine einwandfreie Feststellung der Geschwindigkeit, die ein Zug an einer bestimmten Stelle hat, geboten ist.

Auf einem Bahnhof im Bezirke des Elektrotechnischen Amts Dresden, der am Ende einer längeren Gefällsstrecke liegt, wurde z. B. das Einfahrsignal nach Ausweis des eingebauten Zählweckers in demselben Jahre mehrmals, z. T. sogar erheblich, überfahren. Da auf Grund der angestellten Untersuchungen weder der Lokomotiv- noch der Zugbemannung eine Schuld nachgewiesen werden konnte, auch die Vorschriften über die Bremsbesetzung in allen Fällen erfüllt gewesen waren, konnte die Ursache der zahlreichen Überfahrungen nur in häufig zu hoher Geschwindigkeit am Vorsignal gesucht werden.

Will man in solchen Fällen eine Zeit lang die Zuggeschwindigkeiten feststellen, ohne eine Geschwindigkeitsregistrieruhr beschaffen zu müssen, so kann man aus einem gewöhnlichen Morsewerk und zwei gewöhnlichen Magnetsperren (elektrischen Tastensperren), also Gegenständen, die ohne weiteres aus dem Magazin entliehen werden können, leicht eine Vorrichtung zur selbsttätigen Feststellung der Zuggeschwindigkeiten in der in Abb. 2 skizzierten Weise zusammenbauen, die beim nächstgelegenen Bahn- oder Blockwärter untergebracht und von diesem dauernd oder auf Anordnung an gewissen Stichtagen eingeschaltet werden kann. Abb. 3 zeigt eine solche Ausführung, bei welcher die Apparate mit den zugehörigen Batterien in einem Wandschränkchen untergebracht sind, damit der ganze Satz ohne weiteres an anderer Stelle weiter verwendet werden kann.

Unmittelbar vor dem Vorsignal, wo die Geschwindigkeit festgestellt werden soll, werden in einer Entfernung von beispielsweise 50 m die beiden Schienenstromschliefser 2 und 3 eingebaut (Abb. 1). Die Zeit, welche die Lokomotive braucht, um diese 50 m zu durchfahren, wird gemessen durch die Länge eines Striches, der auf dem Morsestreifen während dieser Zeit gezogen wird. Hierzu ist es nötig, dafs vorher das Laufwerk

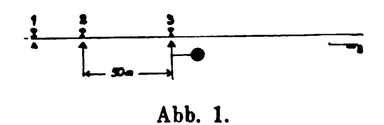



Abb. 1.

für den Papierstreifen eingerückt wird. Dies kann man dem Wärter übertragen oder durch den Zug selbst besorgen lassen. Es ist dann nur nötig, den Morseapparat wie in Ab. 2 angedeutet zu ergänzen und einen Schienenstromschliefser 1 einzubauen.

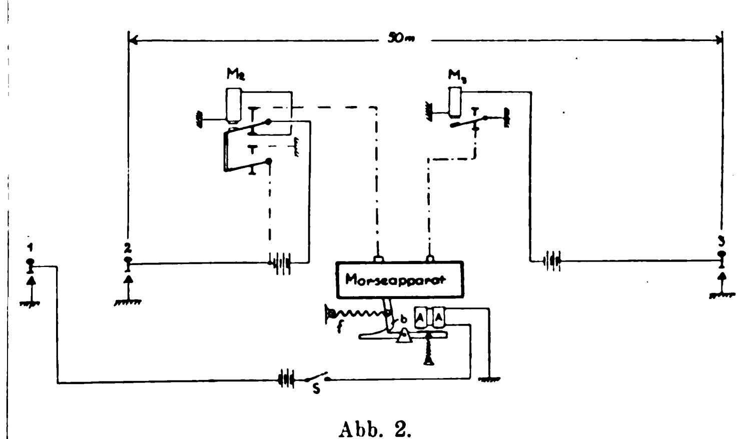



Abb. 2.

An den Hebel h, mit dem das Laufwerk für den Papierstreifen ein- und ausgeschaltet wird, wird die Feder f befestigt, die bestrebt ist, das Laufwerk einzuschalten, dies aber erst dann tun kann, nachdem der Schienenstromschliefser 1 von der ersten Lokomotivachse überfahren worden ist und infolgedessen ein mit dem Schalthebel in Verbindung gebrachter Auslösemagnet A die Sperrung des Hebels aufgehoben hat. Während die Lokomotive vom Schienenstromschliefser 1 zum Schienenstromschliefser 2 (etwa 30 m) fährt, hat der Papierstreifen mit Sicherheit seine volle Geschwindigkeit erreicht.

Im Augenblick, wo der Schienenstromschliefser 2 überfahren wird, wird die Magnetsperre $M_2$ ausgelöst, die oberen Kontakte werden geschlossen, der Morseapparat erhält Strom und der Strich auf dem Streifen beginnt. Sobald der Schienenstromschliefser 3 befahren wird, wird auch die Magnetsperre $M_3$ ausgelöst und dadurch der den Morseapparat betätigende Strom unterbrochen, so dafs der Strich aufhört.

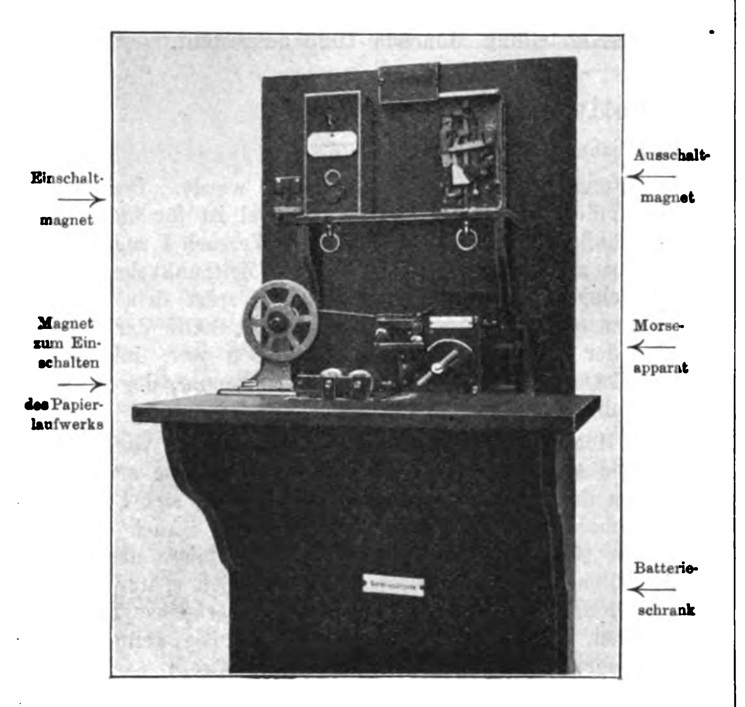



Abb. 3.

Der Wärter hat nur nach Vorbeifahrt des Zuges den Einrückhebel für den Papierlauf wieder in die Ruhelage zu schieben und die beiden Magnetsperren durch Zug am Handgriff in die Ruhelage zu bringen. Dann ist alles wieder bereit für den nächsten Zug. Auf dem Morsestreifen schreibt der Wärter Datum und Zugnummer an den Strich.

Aus der Länge des Strichs und der bekannten oder besonders festzustellenden Geschwindigkeit des Papierstreifens ergibt sich ohne weiteres die Zuggeschwindigkeit. Läuft der Streifen des verwendeten Apparats c mm/sec und ist ein Strich von s mm Länge aufgezeichnet worden, so hat der Zug die Strecke zwischen den Schienenstromschliefsern 2 und 3 in $\frac{s}{c}$ sec durchlaufen. Seine Geschwindigkeit ist also

$$v = \frac{50}{\frac{s}{c}} \text{ m/sec oder } \frac{180c}{s} \text{ km/Std.}$$

Hat z. B. der Streifen des verwendeten Morseapparats eine Geschwindigkeit von 25 mm/sec, so ist die Zuggeschwindigkeit

$$v = \frac{4500}{s} \text{ km/Std.},$$

also z. B. für einen Strich von 150 mm Länge 30 km/Std.

Die jedesmalige Division erübrigt sich, wenn man sich ein für allemal auf einem Streifen Kartonpapier die Werte $\frac{4500}{s}$ aufträgt. Mit diesem Streifen als Mafsstab kann dann jeder Block- oder Bahnwärter die Geschwindigkeit unmittelbar ablesen (Abb. 4).

Der Genauigkeitsgrad ist für praktische Bedürfnisse vollkommen ausreichend, da die Papiergeschwindigkeit durch die Windflügel fast ganz konstant gehalten wird. Selbst wenn der Wärter die Feder des Morseapparats nicht öfters nachzieht, sondern am Überwachungstage nur ein einziges Mal aufzöge, so wäre die Messung immer noch genau genug, da während der Aufzeichnung von 50 Zügen die Morsefeder noch nicht zur Hälfte entspannt wird und bis dahin die Streifengeschwindigkeit nur um etwa 2 % sinkt.

Die Betriebskosten sind verschwindend, da den Batterien jedesmal nur wenige Sekunden Strom entnommen wird.

Die unvermutete Anwendung der ersten Überwachungseinrichtung der beschriebenen Art hat sofort recht lehrreiche Tatsachen zu Tage gefördert. An zwei Gleisstellen, wo die Einrichtung nacheinander eingebaut worden war, lieferte sie die in nachstehender Tabelle zusammengefafsten Ergebnisse.

| | Überwachungsstelle 1 | Überwachungsstelle 2 |
|---|---|---|
| Dauer der Überwachung | 2 Monate | 4 Monate |
| Zahl der überwachten Züge | 726 | 1567 |
| Gefälle vor der Überwachungsstelle | 6 km 1 : 135 | 1,5 km 1 : 300 und<br>2 „ 1 : 90 |
| Von diesen Zügen überschritten die Geschwindigkeit nicht | 50 % | 26,8 % |
| Um 0 bis 5 km/Std.<br>„ 5 „ 10 „<br>„ 10 „ 15 „<br>„ mehr als 15 „ | 30,2<br>16,1<br>2,9<br>0,8<br>} 50 % | 34,5<br>29,1<br>8,0<br>1,6<br>} 73,2 % |

Hält man sich vor Augen, dafs die abzubremsende lebendige Arbeit mit dem Quadrate der Geschwindigkeit wächst, also

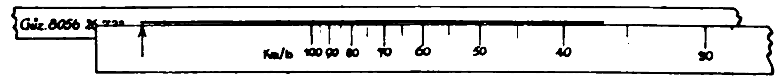



Abb. 4. (Etwa halbe natürliche Gröfse).

für einen Güterzug, dessen Höchstgeschwindigkeit beispielsweise auf 30 km/Std. festgesetzt ist,

um 36 % zu grofs ist, wenn er mit 35 km/Std.
» 77 % » » », » » » 40 »
» 125 % » » », » » » 45 »

fährt, so wird ohne weiteres erklärlich, dafs die zu schnell fahrenden Güterzüge bei ungünstiger Witterung trotz richtig bemessenen Vorsignalabstands das Hauptsignal überfahren müssen.

Nachdem die Überwachungseinrichtung in den Probemonaten einwandfrei gearbeitet und die oben angeführten gewohnheitsmäfsigen Geschwindigkeitsüberschreitungen aufgedeckt hatte, wurde sie dem Betriebe übergeben. Der Maschinenamtsvorstand gab an 3 Stichtagen im Monat dem Blockwärter telephonisch Auftrag, die Überwachungseinrichtung einzuschalten (Schalter S, Abb. 2). Durch diese Stichproben wurden folgende erheblichere Geschwindigkeitsüberschreitungen festgestellt und disziplinarisch verfolgt:

Im ersten Betriebsmonat 18
» zweiten » 5
» dritten » 2
» vierten » 1
» fünften » 1
» sechsten » 0
» siebenten » 0

Man erkennt hieraus ohne weiteres den erzieherischen und damit sicherheitlichen Wert einer Geschwindigkeitsüberwachung und zugleich die Möglichkeit, sie mit geringen Mitteln

durchzuführen, da die gesamte Einrichtung leicht an einen anderen Fleck versetzt werden kann, nachdem sie am ersten ihre Schuldigkeit getan hat.

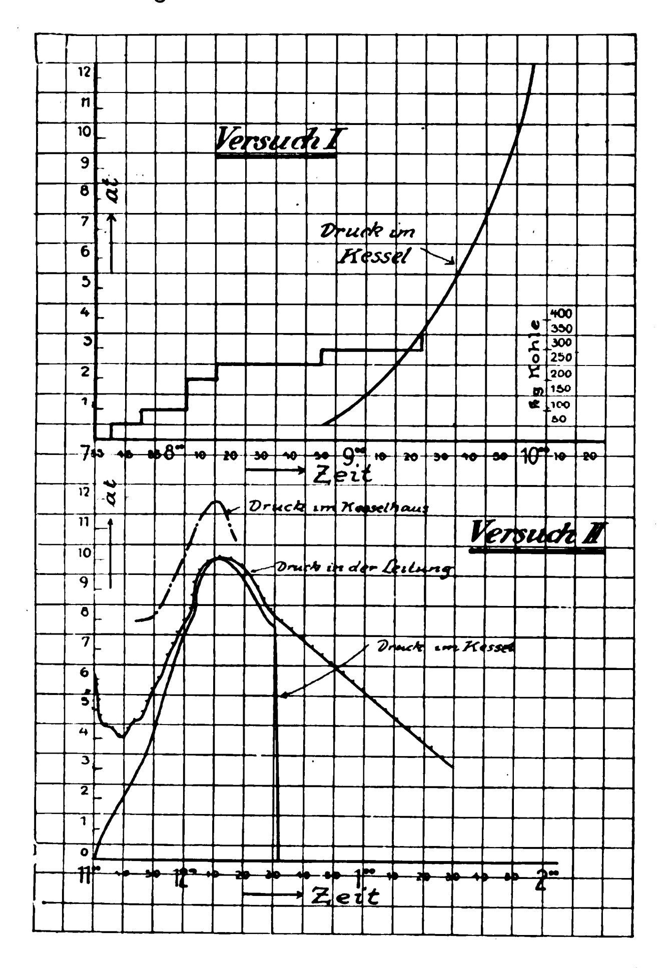
Die Tatsache, dafs die Lokomotiv- und die Zugbemannung sich an gewissen Stellen der Bahnstrecke erfahrungsgemäfs häufig verleiten lassen, den Zug eine zu hohe Geschwindigkeit annehmen zu lassen, mufs wohl einen inneren Grund haben. Bei den beiden genannten Mefsstellen dürfte er darin zu suchen sein, dafs in beiden Fällen vor den Mefsstellen eine lange Strecke mit mäfsigem Gefälle liegt, auf welcher sich der Zug dauernd, aber so langsam beschleunigt, dafs der Führer und die Bremser sich der im Laufe der Zeit eingetretenen Geschwindigkeitserhöhung nicht bewufst werden. An solchen Stellen erscheint daher der Einbau einer Einrichtung zur Geschwindigkeitsüberwachung besonders nützlich.

Die verwendete Einrichtung ist in Verbindung mit einem Modell, welches die Ausprobung gestattet, auf der Deutschen Verkehrs-Ausstellung München 1925 ausgestellt.

## Das Anheizen der Lokomotiv-Kessel.

Von Dr. **Landsberg**, Mitglied der Reichsbahndirektion Berlin.

In der Zeitschrift »Railway Age« vom 14. und 21. Februar 1925 werden bemerkenswerte Angaben über den amerikanischen Lokomotiv-Betriebsdienst wiedergegeben. U. a. wird mitgeteilt, dafs in den Lokomotivschuppen vielfach die Kessel wieder in Betrieb zu nehmender Lokomotiven durch Dampf aus ortsfesten Kesselanlagen angewärmt und auf Druck gebracht werden, weil hierbei die Kosten für das Anheizen herabgesetzt würden. Die Richtigkeit dieser Angaben kann nur an Hand von Versuchen und Beobachtungen beurteilt werden. Versuche in dieser Richtung




sind im Wärmewirtschaftsbezirk 2 der Deutschen Reichsbahn aus besonderem Anlafs gemacht worden. Es handelte sich darum, dafs in einem Eisenbahnausbesserungswerk die Kessel vor ihrem Einbau in die Lokomotiven statt durch Anfeuern neuerdings durch Dampf aus dem Kesselhaus unter Druck gebracht werden, wenn auftretende Undichtigkeiten beseitigt und die Kessel von aufsen geteert werden sollen. Es war zu prüfen, welches Verfahren wirtschaftlicher ist.

Bei dem Versuch I wurde ein Feuer in der üblichen Weise gemacht, während bei Versuch II der Kessel an die Dampfleitung des Werkes angeschlossen wurde. Der Verlauf des Dampfdruckes in dem Lokomotivkessel ist für beide Fälle in der Abbildung dargestellt, wobei für Versuch I zugleich die Menge der aufgegebenen Kohlen und der Zeitpunkt der Kohlenaufgabe eingetragen ist. Bei Versuch II zeigt sich, dafs der Druck der ortsfesten Kessel (12 at) an der Stelle der Leitung, an der der Lokomotivkessel angeschlossen war, infolge der grofsen Entfernung nicht erreicht werden konnte, der Leitungsdruck vielmehr auf 10 at beschränkt war.

Die Höhe des Kesseldruckes ist aber für den vorliegenden Zweck von untergeordneter Bedeutung, weil beim erstmaligen Erwärmen des Kessels nach der Instandsetzung sich Undichtigkeiten schon bei geringem Druck zeigen. Auch etwa zu erhebende Bedenken, dafs die Wärmeverhältnisse des Kessels bei Auffüllung aus der Dampfleitung nicht den später wirklich eintretenden, durch die Heizung in der Feuerbuchse bedingten entsprechen, sind dadurch beseitigt, dafs zur Klarstellung dieser Zweifel der mit Dampfdruck aufgefüllte Kessel nachträglich gefeuert wurde, ohne dafs irgendwelche Änderungen an den Dichtungsstellen bemerkt werden konnten. Der Vergleich der beiden Versuche ergibt vom wirtschaftlichen Standpunkt folgendes:

Bei einem Druck im Kesselhaus von 12 at konnte ein Druck von 10 at im Lokomotivkessel im Laufe von 40 Minuten erreicht werden, während der gleiche Druck bei eigener Feuerung des Lokomotivkessels nach 2 Stunden 20 Minuten erreicht wurde, wovon 75 Minuten durch das Anheizen in Anspruch genommen wurden.

Die Kosten für beide Fälle sind in nachfolgender Tabelle einander gegenübergestellt:

Hieraus geht hervor, dafs tatsächlich im vorliegenden Falle das Füllen mit Hochdruckdampf wesentlich wirtschaftlicher ist, als das Anfeuern der Lokomotive, obwohl die Kosten für den Hochdruckdampf durchaus nicht besonders niedrig sind. Sie sind zwar infolge der verwendeten billigen Sonderkohle nur mit geringen Kohlenkosten, dagegen mit verhältnismäfsig hohen allgemeinen Kosten belastet.

Der Vergleich des wärmetechnischen Wirkungsgrades ergibt folgendes Bild:

Bei Versuch I ist als nutzbarer Wärmeverbrauch das Gewicht des Kessels mit Armatur in Höhe von 14250 kg (T 12) auf Dampftemperatur (190°) zu erwärmen; dies erfordert bei 10° Anfangstemperatur

14250 . 0,11 . 180 = . . . . . . . . 282000 WE

desgl. der Wasserinhalt von 4,522 cbm

4522 . 180 = . . . . . . . . . . 815000 »

Im Dampfraum (1,52 cbm) befinden sich dann 9,77 kg Dampf

9,77 . 665 = . . . . . . . . . . 6500 »

Nutzbare Wärme . 1103500 WE

Aufgewandte Wärme

350 kg Kohle je 7000 WE = . . . 2450000 WE

Hieraus $\eta = 45{,}5\,\%$.

| I. Anfeuern des Lokomotivkessels | | |
|---|---|---|
| 1/6 cbm Holz . . . . . . . . . . . | 4,80 M/cbm | 0,80 M |
| 0,350 t Lokomotivkohle . . . . . . | 29,65 M/t | 10,38 „ |
| 4,522 cbm Wasser . . . . . . . . | 0,16 M/cbm | 0,72 „ |
| 6 Arbeitsstunden zu 0,60 = . . . . | 3,60 M | |
| mit 90% Werkzuschlag . . . . . . | 3,24 „ | 6,84 „ |
| | | 18,74 M |

| II. Füllen mit Hochdruckdampf | | |
|---|---|---|
| 0,7 t Dampf . . . . . . . . . . | 6,50 M/t*) | 4,55 M |
| 1/2 Arbeitsstunde zu 0,60 = . . . . | 0,30 M | |
| mit 90% Werkzuschlag . . . . . | 0,27 „ | 0,57 „ |
| | | 5,12 M |

*) Kosten für 1 t Dampf im Kesselhaus:

| | |
|---|---|
| Allgemeine Kosten einschliefslich Bedienung . . . . . | 2,34 M |
| 1/6 t Kohle (melierte niederschlesische Erbskohlen zu 23,10 M einschliefslich Fracht . . . . . . . . . | 3,83 „ |
| 1 cbm Wasser . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,16 „ |
| | 6,33 M |

Bei Versuch II kommt als nutzbare Wärmemenge nur die Erwärmung des Kessels, und zwar in diesem Falle auf 183°, in Frage; also

14250 . 0,11 . 173 = . . . . . . . . 271000 WE

Aufgewendet ist dagegen die Dampfwärme von 700 kg Dampf bei 10 at, also

700 . 476 = . . . . . . . . . . 333200 WE

Woraus sich ergibt

$$\eta = 81{,}4\%.$$

Soll der Lokomotivkessel vor dem Anheizen (also nicht nur zur Erzeugung des Druckes, sondern zur Erzielung betriebsbereiten Zustandes) durch fremden Dampf auf Druck gebracht werden, so mufs allerdings auch der Wasserinhalt, der dem niedrigsten Wasserstand entspricht (4520 kg), auf Dampfwärme gebracht werden. Es wären also aufser den oben angegebenen, bereits durch Niederschlag gebildeten 700 kg Wasser noch 4520 — 700 = 3820 kg auf 183° zu erwärmen; dies entspricht 3820 . 173 = . . . . 660000 WE, wofür bei 10 at Enddruck aufzuwenden sind

$$\frac{660000}{665} = \sim 1000 \text{ kg Dampf*)}$$

oder bei 95% Wirkungsgrad für die Wärmeumsetzung (die wesentlichen Verluste durch Strahlung und Leitung sind bereits durch Niederschlag der 700 kg gedeckt)

$$\frac{1{,}00}{0{,}95} = 1{,}07 \text{ t Dampf.}$$

Die Kosten der Dampfüberleitung steigen damit um 1,07 . 6,33 = 6,78 M auf 5,12 + 6,78 = ~ 12,00 M, ergeben also noch eine Ersparnis von 6,60 M für jedes Anheizen einer T 12 Lokomotive. Der Vergleich wird in Wirklichkeit noch etwas günstiger für die Benutzung von fremden Dampf, weil der Überfüllversuch mit einem nackten, im Freien stehenden Kessel gemacht wurde, während im Betriebe die anzuheizenden Kessel im Schuppen stehen und gegen Wärmeverluste geschützt sind.

Die amerikanischen Angaben können also bestätigt werden; da die Dampfkosten etwas geringer gehalten werden können, als dieser Berechnung zugrunde gelegt ist, wird sich eine noch gröfsere Ersparnis erzielen lassen.

Für gröfsere Lokomotivschuppen wäre allerdings genau zu untersuchen, ob die Belastung eines etwa aufzustellenden ortsfesten Kessels allein für den Zweck der Auffüllung der Lokomotiven einen wirtschaftlichen Dampfpreis ermöglicht; wo jedoch Dampfnetze, die anderen Zwecken dienen, bereits in der Nähe liegen, dürfte der Anschlufs anzuheizender Lokomotiven ernstlich zu erwägen sein. Für das Anheizen von Lokomotiven ist im Gegensatz zu dem Sonderfall im Eisenbahnausbesserungswerk, der oben besprochen wurde, noch zu berücksichtigen, dafs voraussichtlich das Schuppenpersonal verringert werden könnte, nicht nur weil die Anheizzeiten bedeutend verkürzt, sondern auch weil die damit zusammenhängenden Nebenarbeiten, wie das Heranschaffen der Kohle und die Beaufsichtigung des Feuers während des Anheizens, ganz bedeutend verringert werden. Der Vorgang würde dann der sein, dafs die Lokomotive zunächst an die Hochdruckdampfleitung angeschlossen und zugleich bis zum niedrigsten Wasserstand gefüllt wird; sobald der für die Betätigung des Bläsers zweckmäfsige Druck vorhanden ist, wäre anzuheizen. Von betrieblichem Vorteil dürfte es noch sein, dafs die Lokomotiven im Bedarfsfalle bewegt werden können, auch wenn das eigene Feuer noch nicht durchgebrannt und vollkommen betriebsfähig ist.

*) Die einzufüllende Wassermenge beträgt also mindestens 3820 — 1000 = rund 2820 kg; vgl. auch Hanomag-Nachrichten Februar 1925: „Das Füllen feuerloser Lokomotiven.“

## Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

### Bericht über die Tagung des Technischen Ausschusses des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen in Amsterdam, 26. bis 28. Mai 1925.

Vom 27. bis 29. Mai 1925 hielt der Technische Ausschufs des Vereins in Amsterdam seine 103. Sitzung unter dem Vorsitz der Direktion der Kgl. Ungarischen Staatseisenbahnen ab. Namens der Generaldirektion der Niederländischen Eisenbahnen begrüfste Herr Generaldirektor Kalff den Ausschufs und hiefs ihn in Holland herzlich willkommen. Die Leitung der Verhandlungen übernahm Herr Ministerialrat, Direktor von Samarjay.

1. Bearbeitung der Güteprobensammlung, Erhebungsjahr 1923/24.

Der Technische Ausschufs war von der Vereinsversammlung in Dresden 1923 ermächtigt worden, eine neue Güteprobensammlung herauszugeben, falls eine solche Drucklegung Vorteile für die Vereinsverwaltungen erwarten läfst. Auf Grund der vorgelegten Bearbeitung für das Erhebungsjahr 1923/24 entschied sich der Ausschufs dahin, dafs es erwünscht ist, wieder regelmäfsig eine Güteprobensammlung zu haben, da sie doch den Verwaltungen wertvolle Dienste leisten wird. Auch die Lieferwerke werden gern eine solche Statistik zur Hand nehmen und Schlüsse zur weiteren Verbesserung der Baustoffe aus ihr ziehen. Es wurde beschlossen, in vereinfachter und verbesserter Form in jedem Jahr wieder von Vereinswegen eine Güteprobensammlung herauszugeben. Die jetzt abgeschlossene Zusammenstellung des Erhebungsjahres 1923/24 enthält Ver-

suchsergebnisse der verschiedenen Baustoffe für Eisenbahnoberbau und Betriebsmittel. Insgesamt sind 32518 Güteprüfungen angestellt worden, hiervon entfallen auf Zerreifsproben 65,55 %, auf Schlagproben 29,55 %, auf Fallproben 0,06 %, auf Kugeldruckproben 4,84 %. Die Sammlung ist im Juni 1925 von der Geschäftsführenden Verwaltung des Vereins herausgegeben worden und kann im Buchhandel durch C. W. Kreidel's Verlag in München bezogen werden.

2. Antrag auf Festsetzung einheitlicher Untersuchungsvorschriften für Altstoffe.

Nach einem Beschlufs des Ausschusses wurde davon abgesehen, einheitliche Untersuchungsvorschriften für Altstoffe aufzustellen, weil die »Allgemeinen Grundsätze über Untersuchungen von Neu- und Altstoffen«, die bei den etwaigen Untersuchungen von Neu- und Altstoffen von den einzelnen Vereinsverwaltungen beachtet werden sollen (vergl. Beschlufs des Technischen Ausschusses in Heidelberg am 4. bis 6. Oktober 1922, Niederschrift 100, Ziffer 2 und Vereinsversammlung 1923, Dresden, Punkt XV der Tagesordnung) zunächst für ausreichend erachtet werden.

3. Klärung der Frage der zweckmäfsigsten Oberbauausbildung in Gleiskrümmungen.

Die umfangreichen Arbeiten des Technischen Ausschusses zur Erforschung der Beziehungen für die zweckmäfsigste Ausbildung der Gleiskrümmung gehen bis zum Jahre 1879 zurück.

Die neuesten Arbeiten stützen sich auf die Beantwortungen eines eingehenden Fragebogens, der mit den Beantwortungen und der Stellungnahme des Fachausschusses für Oberbau als Anlage 1 der Niederschrift Nr. 103 beigefügt ist. Zunächst sind die Fragen der Überhöhung und der Übergangsbogen bearbeitet worden.

Für die Ermittlung der Überhöhung wird folgendes Verfahren vorgeschlagen:

Aufstellen einer Tabelle der Überhöhungswerte nach der Formel

$$h = \frac{11,8\, v_0^2}{R} \cdot \frac{1}{1 + a \cdot \frac{v}{3,6}}, \text{ worin } a = \frac{1}{1000} \cdot (12 - 0,003\, R),$$

h die Überhöhung in mm, R den Krümmungshalbmesser in m und $v_0$ die mafsgebende Geschwindigkeit in km/Std. bedeutet, bei der die Zahl und Geschwindigkeit der Züge berücksichtigt sind. Diese mafsgebende Geschwindigkeit könnte z. B. durch folgende Formel berechnet werden:

$$v_0 = \frac{a_1 \cdot v_1 + a_2 \cdot v_2 + \ldots + a_n \cdot v_n}{a_1 + a_2 + \ldots + a_n}$$

worin $v_1$ bis $v_n$ die tatsächlich in der betreffenden Krümmung vorkommenden Geschwindigkeiten und $a_1$ bis $a_n$ die zugehörigen jährlichen Zugzahlen sind.

Der Übergangsbogen wird zweckmäfsig nach der kubischen Parabel und zwar nach der Gleichung $y = \frac{X^3}{6 \cdot R \cdot l}$ ausgeführt, worin $l = \frac{h}{i}$ und i das Neigungsverhältnis der Überhöhungsrampe bedeutet.

Durch Anwendung dieser Formel wird erreicht, dafs der Übergangsbogen stets mit der Überhöhungsrampe zusammenfällt.

Die Festsetzung der zweckmäfsigsten Überhöhungsrampe ist wichtig. Es wird vorgeschlagen, die Neigung der Rampe so zu bemessen, dafs bei den verschiedenen zulässigen Höchstgeschwindigkeiten die Drehgeschwindigkeit der Fahrzeuge um ihre Längsachse gleich bleibt. Dies wird erreicht, wenn das Neigungsverhältnis der Rampe = l : c . v km/Std. ist. c soll nicht kleiner als 6 sein, zweckmäfsig 10 betragen. Das Neigungsverhältnis soll aber nie kleiner als 1 : 300 sein.

Über die Fragen der Spurerweiterung und der mit der Durchbildung des Oberbaues zusammenhängenden maschinentechnischen Fragen wird später berichtet werden.

4. Neubearbeitung der Technischen Vereinbarungen und Grundzüge.

Die Technischen Vereinbarungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Haupt- und Nebenbahnen sowie die Grundzüge für den Bau und die Betriebseinrichtungen der Lokalbahnen sollen einer völligen Neubearbeitung unterzogen werden. Es ist hierfür ein Sonderausschufs eingesetzt, der seine Arbeiten in Verbindung mit den Fachausschüssen durchzuführen hat.

5. Antrag auf Einschaltung einer bindenden Bestimmung in die Technischen Vereinbarungen und das Vereinspersonenwagenübereinkommen über die Anbringung von Luft- und Dampfdruckmessern im Dienstabteil der Personenzug-Gepäckwagen.

Der Antrag ist zurückgezogen worden.

6. Neuwahl eines ständigen Vertreters des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen in den Vorstandsrat des Deutschen Museums von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik.

Nach Rücktritt des jetzigen Vertreters, Herrn Direktors Dr. Ing. Kittel, aus dem aktiven Eisenbahndienst ist auf einstimmigen Beschlufs des Technischen Ausschusses der jetzige Vorsitzende des Ausschusses, Herr Ministerialrat, Direktor von Samarjay (Ung. Stb.) in den Vorstandsrat des Deutschen Museums gewählt worden.

7. Neuwahl von Preisausschufsmitgliedern.

Da die Amtsdauer des jetzigen Preisausschusses mit der im September d. J. abzuhaltenden Vereinsversammlung abläuft, hat die Neuwahl der einen Hälfte des Preisausschusses durch den Technischen Ausschufs, die der anderen Hälfte durch einen besonderen Wahlausschufs zu erfolgen. Die Wahl der durch den letzteren zu bezeichnenden Mitglieder wird gelegentlich der diesjährigen Vereinsversammlung vorgenommen werden. Um die Neuwahl sämtlicher Mitglieder des Preisausschusses schon in der Vereinsversammlung verkünden zu können, hat der Technische Ausschufs die ihm obliegende Neuwahl schon jetzt vorgenommen und folgende Herren gewählt:

1. Herr Reichsbahnoberrat, Professor Baumann, Karlsruhe.
2. Herr Sektionschef Dittes, Direktor des Elektrisierungsamtes Wien.
3. Herr Ministerialrat Engels, Wien.
4. Herr Bahndirektor Maas Geesteranus, Utrecht.
5. Herr Direktor Nägele, Stuttgart.
6. Herr Vizepräsident Kluge, Dresden.

8. Ergänzung des Beirates der Schriftleitung des technischen Vereinsorgans.

Infolge Ablebens des Herrn Vizepräsidenten Höfinghoff ist in den Beirat Herr Direktor Wetzler von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, Gruppenverwaltung Bayern gewählt worden.

In den Fachblattausschufs ist Herr Reichsbahnoberrat, Professor Baumann, berufen worden.

9. Antrag auf Umarbeitung des Vereinswagenübereinkommens.

10. Antrag auf Änderung und Ergänzung der Anlage II zum Vereinswagenübereinkommen hinsichtlich der Verladung von Telegraphenstangen und Leitungsmasten, sowie von schweren Baumstämmen.

11. Antrag auf Ergänzung des § 13, Ziffer 1 der Anlage II zum Vereinswagenübereinkommen, betreffend Verladung von Holz mit regelmäfsigen Lagerflächen über die Stirnwände offener Wagen.

12. **Antrag auf Fassung des § 19, Ziffer 5 des Vereinswagenübereinkommens, betreffend Anwendung der Sicherheitsvorschriften für Kesselwagen.**

Über die Anträge 9—12 hatte namens des Technischen Ausschusses der Wagenübergangsausschufs bereits an den Vereinswagenauschufs sein Gutachten weitergeleitet. Dieser hatte sämtlichen Vorschlägen durch den Beschlufs einer Neuausgabe des VWUe zum 1. Januar 1925 entsprochen. Das neue Vereinswagenübereinkommen kann von Nichtvereinsverwaltungen und Privaten im Buchhandel durch den Verlag von Julius Springer, Berlin W 9, Linkstrafse 23/24 bezogen werden.

13. **Antrag auf Verladung von Holz mit unregelmäfsigen Lagerflächen über Rungenhöhe hinaus.**

Diesem Antrage ist vom Technischen Ausschufs entsprochen worden, um die Ausnutzung der Wagen innerhalb des Vereinsverkehrs wirtschaftlicher als bisher zu gestalten. Um die Betriebssicherheit voll und ganz zu wahren, ist bestimmt worden, dafs bei Ladungen von Holz mit unregelmäfsigen Lagerflächen über Rungenhöhe hinaus jeder Stapel der Ladung durch wenigstens zwei gegenüberstehende Rungenpaare gefafst werden mufs. Die gegenüberstehenden Rungen sind unmittelbar über den Seitenwänden oder, wenn keine Seitenwände vorhanden sind, in halber Ladehöhe mit Draht zu verbinden und aufserdem gegen Ausheben zu sichern. Oberhalb der Rungen mufs die Ladung bogenförmig abgeschlossen und durch straffgespannte Ketten sicher verbunden sein. Die Pfeilhöhe des bogenförmigen über die Rungen hinausragenden Teiles der Ladung darf ein Drittel der Ladungsbreite nicht überschreiten.

Dieses Gutachten wurde an den Vereinswagenausschufs weitergeleitet.

14. **Antrag auf Überprüfung des Vereinspersonenwagenübereinkommens.**

Der Antrag bezweckte, das im Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen geltende Übereinkommen für die gegenseitige Benutzung der Personen- und Gepäckwagen (VPUe) möglichst wieder in Übereinstimmung mit dem (RIC) zu bringen. Die Angelegenheit ist durch den I. Nachtrag zum VPUe/RIC erledigt worden.

15. **Antrag auf Aufstellung eines einheitlichen Fragebogens über Schmiervorrichtungen.**

Um die Verwendung ungeeigneter Schmiervorrichtungen, Schmierpolster und dergl. zu verhüten, und um die mit der Schmierung der Wagen gemachten Erfahrungen, die Ergebnisse und etwa eingeleiteten Versuche mit Schmiervorrichtungen neuerer Bauart kennen zu lernen, ist ein Fragebogen aufgestellt worden, der als Richtschnur für verschiedene dem RIC-Verbande zu gebende Auskünfte dienen soll.

16. **Antrag auf Behandlung der Frage der Abnutzung der Schienen und Radreifen.**

Als Unterlage für das Studium der Frage der Abnutzung der Schienen und Radreifen sind vom Fachausschufs die Literatur über die Abnutzung und Abnutzungsprüfung von Metallen, die Berichte der Fachausschüsse des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute über die Prüfung der Abnutzung von Eisen und Stahl bei rollender Reibung ohne Schmiermittel, Verschleifsfestigkeitsversuche und Versuche mit Lokomotivradreifen der Deutschen Reichsbahn und die neueren Studien und Laboratoriumsversuche der Österreichischen Bundesbahndirektion Innsbruck herangezogen worden. Es sind Richtlinien aufgestellt worden, um die gewünschten Messungen nach einheitlicher Grundlage auszuführen. Das Eisenbahn-Zentralamt in Berlin, die Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen und die Direktion der Königl. Ungarischen Staatsbahnen haben sich dankenswerter Weise bereit erklärt, Versuche zur Feststellung der Verschleifsfestigkeit von Radreifen und Schienen in der gedachten Form auszuführen.

17. Über verschiedene Anträge auf Beratung technischer Aufgaben hat der Technische Ausschufs Gutachten abgegeben, die sich erstrecken auf:

a) **flufseiserne Feuerbuchsen:**

Die Bewährung von Flufseisen für die Lokomotiv-Feuerbuchsen ist zweifellos in hohem Mafse abhängig von der Form der Feuerbuchse, ferner aber auch von dem Baustoff und seiner Verarbeitung, von den Betriebsverhältnissen und der Art des Kesselspeisewassers. Die Auswirkung der einzelnen Faktoren ist noch nicht genügend erforscht und es wird noch längerer Versuche bedürfen, um eine für europäische Verhältnisse brauchbare Feuerbuchse durchzubilden, die auch wirtschaftlich mit Kupferfeuerbuchsen in Wettbewerb treten kann.

Vorerst dürfte eine allgemeine Einführung flufseiserner Feuerbuchsen wohl nicht in Frage kommen. Der Ausschufs wird die Angelegenheit im Verein nicht weiter verfolgen, er überläfst es den einzelnen Verwaltungen, nach eigenem Ermessen noch weitere Versuche mit flufseisernen Feuerbuchsen zu machen.

b) **Erfahrungen mit Ersatzbaustoffen und abgeänderten Bauausführungen bei Eisenbahnfahrzeugen.**

Um die Erfahrungen in dieser Angelegenheit kennen zu lernen, war eine Umfrage erlassen worden; sie hat ergeben, dafs alle Verwaltungen zum gröfsten Teil die während des Krieges verwendeten Ersatzbaustoffe verlassen haben und vorwiegend zu den Baustoffen der Vorkriegszeit zurückgekehrt sind.

Eine wesentliche Ausnahme von der allgemeinen Verwendung von Friedensstoffen für hochbeanspruchte Teile bilden die Lagerausgüsse, für die während des Krieges an Stelle des bewährten Weifsmetalls, Ersatzstoffe (Bleimetalle und dergl.) verwendet werden mufsten. Mit Rücksicht auf den früher übermäfsig hohen Preis des Regelweifsmetalls hat sich die Deutsche Reichsbahn seit längerer Zeit damit befafst, einen brauchbaren Ersatz dafür in Form von Bleimetallen zu schaffen. Diese Bleimetalle (Lurgi- bzw. Kalziummetalle) enthalten in der Hauptsache Blei, aufserdem ganz geringe Zuschläge anderer Metalle. Es sind Versuche im Gange mit einer neuen einheitlichen Bleilegierung, dem sog. B-Metall, das etwa 98 v. H. Blei, 0,5 v. H. Kupfer, 0,5 v. H. Natrium und 0,05 v. H. Lithium enthält. Die bisherigen Ergebnisse schliefsen die Hoffnung nicht aus, dafs dieses Metall als ein brauchbarer Ersatz für Regelweifsmetall angesehen werden kann.

c) **Verbesserung der Innenschmierung der Heifsdampflokomotiven, auch bei Verwendung minderwertiger Schmierstoffe.**

Da die Frage der Schaffung einer einwandfreien Ölschmierung und einwandfreier Schmierungen zur Hebung der Wirtschaftlichkeit bei weitem noch nicht geklärt ist, soll es zunächst den Verwaltungen überlassen bleiben, nach eigenem Ermessen Versuche fortzuführen und geeignete Einrichtungen zu treffen.

d) **Erfahrungen über die Rückgewinnung von Betriebsstoffen aus Rückständen.**

Die Frage hat heute nicht mehr die Bedeutung, wie seinerzeit, als der Antrag auf Behandlung der Frage eingebracht worden war. Das Ergebnis der angestellten Umfrage ist jedoch der Niederschrift Nr. 103 des Technischen Ausschusses beigefügt, um das Quellenmaterial denen zur Verfügung zu stellen, die die Einzelantworten kennen zu lernen wünschen. Aus den Antworten sind Schlufsfolgerungen gezogen worden, die sich auf Schmierstoffe, Putzwolle, Heizstoffe, Altmetalle und Späne beziehen. Über die Verwendung der Rückstände ist gesagt, dafs Altstoffe im Einzelbetriebe wieder nutzbar gemacht werden, wenn dies wirtschaftlich ist, andernfalls kommt Verkauf in Frage. Über

wirtschaftliche Vorteile bei Wiederverwendung von Rückständen sind genauere Angaben nicht gemacht worden. Sie haben auch nur bedingten Wert, weil sie stets von der Marktlage abhängig sein werden.

18. Antrag auf Studium der Frage der Wagenachslager, Stofsvorrichtungen, Verwendung zweiachsiger Personenwagen mit langem Radstande und der Triebwagen.

Dieser Antrag soll erst später bei Aufrollung allgemeiner technischer Fragen mitbehandelt werden, da der Technische Ausschufs gegenwärtig durch die Neubearbeitung der T V und andere Anträge stark in Anspruch genommen ist.

19. Antrag auf Ergänzung des Blattes XII der Technischen Vereinbarungen durch Mafse für den Bremskupplungskopf.

Zu Blatt XII der T V ist ein Deckblatt aufgestellt, das die Darstellung des Westinghouse- und des Knorrkupplungskopfes mit den für die Eingriffslinien bindenden Mafsen, sowie die Darstellung der zum Westinghouse- und Knorrkupplungskopf gehörigen Gummidichtungsringe mit empfehlenden Mafsen enthält.

20. Antrag auf Ergänzung des Achsdruckverzeichnisses durch Vorschriften über Einschränkung der Breitenabmessungen der Personen- und Gepäckwagen.

21. Antrag auf Bearbeitung des § 76 und der Blätter VIII und IX der Technischen Vereinbarungen, betreffend Kupplungen.

Beide Anträge werden vom zuständigen Fachausschufs noch bearbeitet.

22. Einheitliche Bezeichnung der Dampflokomotiven.

Das im Jahre 1908 vom Verein herausgegebene Merkblatt »Einheitliche Bezeichnung der Lokomotiven« (nach Achsenzahl und Achsenanordnung) ist in der Vereinsversammlung in Dresden 1923 auch auf elektrische Lokomotiven ausgedehnt und für Dampf- und elektrische Lokomotiven dahin erweitert worden, dafs durch Hinzufügen weiterer Kennzeichen wesentliche Einzelheiten der Fahrzeuge in abgekürzter Form ausgedrückt wurden. Diese Bezeichnungsweise ist nun für die Darstellung der in neuerer Zeit entwickelten elektrischen Lokomotiven mit vielen angetriebenen Achsen nicht mehr zweckmäfsig, so dafs der Technische Ausschufs ein neues Merkblatt aufgestellt hat. Es wird in der diesjährigen Vereinsversammlung voraussichtlich genehmigt und alsdann in dieser Zeitschrift veröffentlicht werden.

23. Fragen des elektrischen Betriebs der Vollbahnen.

Die überwiegende Anzahl der dem Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen angehörenden Verwaltungen hat sich für das Einfach-Wechselstromsystem entschieden. Vom elektrotechnischen Ausschufs ist daher hauptsächlich dieses System behandelt und eine Reihe einheitlicher Richtlinien für verschiedene Hauptpunkte dieses Gebietes aufgestellt. Hierüber, sowie über elektrische Zugheizung sind Richtlinien aufgestellt, die teils als bindende, teils als empfehlende Vorschriften in die T V übernommen werden sollen. Die diesjährige Vereinsversammlung hat auch über diesen Gegenstand zu entscheiden. Es wird zu gegebener Zeit hierüber in dieser Zeitschrift berichtet werden.

24. Aufstellung eines ersten Entwurfes für die Revision der »Technischen Einheit«.

25. Festlegung einer Begriffserklärung für schwer beschädigte Personen- und Gepäckwagen im Vereinspersonenwagenübereinkommen und Überprüfung anderer Bestimmungen des Vereinspersonenwagenübereinkommens.

26. Ergänzung der Bestimmungen im § 30 der Anlage I zum Vereinswagenübereinkommen über die Zurückweisung von Wagen wegen Schäden an den Spurkränzen.

Die Anträge zu lfd. Nr. 24 bis 26 sind den Fachausschüssen zur Vorberatung übertragen worden.

27. Angelegenheiten des technischen Vereinsorgans.

Dem Technischen Ausschufs wurde über den Abschlufs der von ihm aufgestellten neuen Verträge mit dem Verlag und der Schriftleitung Bericht erstattet. Sodann wurde ein Antrag auf Änderung des Formats der Technischen Vereinszeitschrift dahin erledigt, dafs bis auf weiteres noch an dem bisherigen Format des »Organs« festzuhalten und die Erfahrungen anderer technischer Zeitschriften mit dem Format A 4 abzuwarten sei, dafs grundsätzlich aber keine Verkleinerung des jetzigen Satzspiegels stattfinden solle. C.

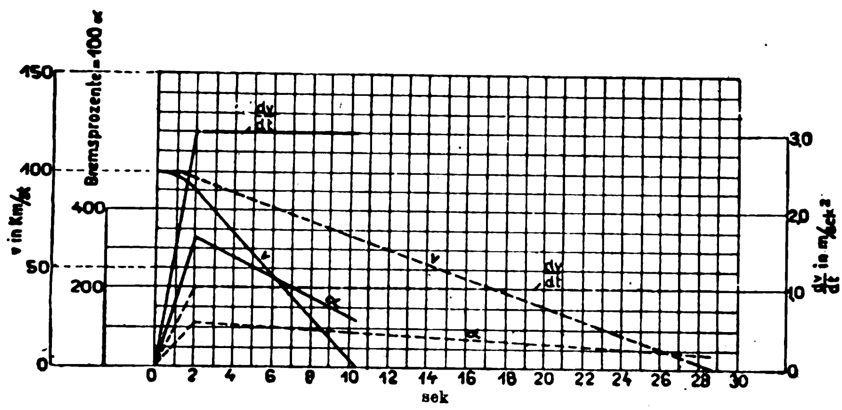
# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

## Lokomotiven und Wagen.

### Unerschöpfbare, auf gleiche Verzögerung regelbare Einkammerbremse für Eisenbahnen.

In der Verkehrstechnischen Woche, XVIII. Jahrg., Heft 42 u. ff. ist die neue „Jordanbremse" für Eisenbahnzüge beschrieben und die Zweckmäfsigkeit ihrer Bauart in bremstechnischer Beziehung mathematisch begründet. Der Hauptbestandteil der neuen Einkammer-Druckluftbremse ist ein elektrisch und pneumatisch steuerbares Ventil, durch welches die Bremse unerschöpfbar, in vollem Umfang der Bremskraft vor- und rückwärts regelbar wird, jeder Wagen auf gleiche Bremsprozente und gleiche Füllzeiten eingestellt werden kann, eine Verkürzung des Bremsweges erreicht wird und das für jede Zugart verwendbar ist. Die Druckluftsteuerung kann wie bei den bisherigen durchgehenden Eisenbahnbremsen von Westinghouse und Kunze-Knorr erfolgen. Das Steuerventil ist mit einem selbsttätig regelnden Füllventil verbunden, durch welches der Hilfsluftbehälter auf verschieden grofse Drücke, die zwischen 0,5 und 3,5 at sich bewegen, aufgefüllt werden kann, während dies bei den bisherigen Bremsen mit gleichbleibenden Drücken von 5 at erfolgt. Diese Druckunterschiede werden durch Einstellung der Luftpressung im Hilfsbehälter, die von jeder Wagenseite erfolgen kann, erreicht; der eingestellte Druck entspricht für jedes Fahrzeug den erforderlichen Bremsprozenten, unter denen man das Verhältnis aus Bremsklotzdruck und Wagengewicht versteht. Sofern alle Wagen mit Druckluftbremse ausgerüstet sind, ist damit die Möglichkeit gegeben, die Bremsprozente der ohne Wahl in einem Zuge vereinigten Fahrzeuge auf einen durch die Zugzusammensetzung bedingten Mittelwert einzustellen; ferner sind gleiche Füllzeiten der Bremszylinder durch die Weite der Bohrung eines verstellbaren Umstellhahnes gesichert und das Bremsventil pafst den Druckluft-Ein- und -Auslafs den veränderlichen Kolbenhüben selbsttätig an. Besitzen aber die Bremsprozente und die Füllzeiten an allen Fahrzeugen den gleichen Höchstwert und ist die Durchschlagszeit gleich Null, so sind die Bremswerte bzw. die Verzögerungen zu irgend einer Zeit gleich und der Kräfteplan der Pufferkräfte wird regelmäfsig und ohne starke, schroffe Wechsel verlaufen. Der nachteilige Einflufs ungleicher Füllzeiten und Bremsprozente führt zu weit gröfseren Auflaufstöfsen und Zugzerrungen als solche je durch die Durchschlagszeit allein entstehen können. Ein weiterer Vorteil ist, dafs die in den Hilfsluftbehältern aufgespeicherte Druckluftmenge für die nach gleichen Bremsprozenten aufgeladene Bremse nur $^1/_3$ so grofs ist als die für die bisherigen Bremsen mit einer gleichen Luftpressung von 5 at. Auch hat das Auffüllen der Hilfsluftbehälter auf verschieden grofse Drücke gegenüber den bisherigen mit gleichbleibenden Drücken

von 5 at den Vorteil, dafs die Betriebskosten durch die kleineren Druckluftmengen zum Auffüllen der Hilfsbehälter und zum Bremsen durch kürzere Aufpumpzeit und durch geringere Undichtigkeitsverluste geringer werden. Als Mittel für das sichere Durchfahren langer Gefällstrecken wird Verminderung der Fahrgeschwindigkeit oder auch Vergröfserung der einstellbaren Bremsprozente für die Talfahrt angegeben. Diagrammberechnungen ergeben, dafs bei Verkleinerung der Füllzeit von 10 auf 2 Sek. und durch Beseitigung der endlichen Durchschlagszeit der Bremsweg bei D-Zügen von 1000 t Last aus 100 km/Std. Fahrgeschwindigkeit von 415 m auf 279 m herabgeht und die mittlere Bremsverzögerung von 0,93 auf 1,52 m/Sek.² anwächst. Die Bremswege lassen sich ganz erheblich verkürzen, wenn durch kleinere Füllzeiten und durch gröfsere Bremsprozente die gegen Schlufs des Bremsvorgangs erreichte Verzögerung schon gleich nach Beginn der Bremsung einsetzt und über den ganzen Bremsweg konstant gehalten wird. Der Klotzdruck ist auch bei der gröfsten Fahrgeschwindigkeit für diese Verzögerung zu bemessen und die Füllzeit durch gröfsere Ventilquerschnitte zu verringern. Mit Rücksicht auf die Reisenden setzt der Höchstwert der Verzögerung erst zwei Sekunden nach Beginn der Bremsung ein. Infolge der gut arbeitenden Steuerung ist der aufmerksame Führer in der Lage, den Bremsdruck mit abnehmender Fahrgeschwindigkeit im richtigen Mafse abzuschwächen Die Abbildung zeigt das Bremsdiagramm der Jordan-Eisenbahnbremse, bei dem der Verlauf der Bremsdrucklinie im vollen Gegensatz zu den bisherigen Bremsen erfolgt. In der Abbildung sind die aus der Verzögerung berechneten Linien für die Geschwindigkeit und Bremsprozente eingezeichnet; es wurde angenommen, dafs die Verzögerung in zwei Sekunden auf den vollen Wert von 3 m/Sek.² anwächst und über den ganzen Bremsweg durch entsprechende Verminderung des Bremsdrucks vermittels Entlüften des Bremszylinders konstant bleibt. Der Bremsweg aus 100 km/Std. Fahrgeschwindigkeit ermittelt sich hier zu 157 m, erfährt also gegenüber den bisherigen Bremsen mit 415 m eine ganz gewaltige Verkürzung.




Bremsdiagramm der Jordan-Eisenbahnbremse.

Die hierzu erforderliche Verkürzung der Füllzeit kann nur durch elektrische Steuerung erreicht werden, welche die Durchschlagszeit zu Null werden läfst und darum alle Bremsen im Zuge gleichzeitig anstellt. Die elektrische Steuerung der Druckluftbremse wird ihren Anteil an der entgültigen Lösung des schwierigen Bremsproblems haben. In Amerika ist sie verschiedentlich versucht und in Erprobung. Grundsätzliche Schwierigkeiten bei Verwendung eines Steuerstroms niedriger Spannung liegen für den Eisenbahnbetrieb nicht vor. Nach Beseitigung der endlichen Durchschlagszeit müfste aber auch die elektrische Steuerung die notwendigen Verbesserungen zur sicheren feinfühligen Regelung der Bremskraft und zur Einstellung gleicher Bremsprozente und Füllzeiten bringen, was bisher nicht gelungen ist.

Zur allmählichen Einführung der Jordanbremse in den Eisenbahnverkehr ist es erforderlich, dafs dieselbe durch einen einfachen Handgriff auf Druckluftsteuerung oder auf elektrische Steuerung je nach der Zusammensetzung des Zuges umzustellen ist.

Für diese beiderseitige Steuerung ist das Bremsventil durchgearbeitet und im Originalaufsatz abgebildet. Die Regelung der Bremskraft erfolgt durch die gleiche Druckabstufung zwischen 5 und 3,5 at in der Hauptleitung, wie bei den bisher angewandten Druckluftbremsen; bei einem Druck in der Hauptleitung von 5 at soll die Bremse gelöst, bei 3,5 at dagegen voll angezogen sein. Jedem zwischen diesen beiden Werten liegenden Druck in der Hauptleitung soll ein eindeutig bestimmter Druck im Bremszylinder entsprechen. Auch bei angezogener Bremse kann das selbsttätig arbeitende Füllventil den Hilfsluftbehälter aus der Hauptleitung mit Druckluft speisen infolge des dauernden Überdrucks in der Hauptleitung während der Bremskraftregelung und eine Erschöpfung seines Luftvorrats durch Manöverieren ist ausgeschlossen.

Das auf der Lokomotive befindliche Führerbremsventil regelt selbsttätig den Druck in der Hauptleitung nach dem Willen des Führers und sperrt die Luftzufuhr bei Zugzerreissungen und Ziehen der Notbremse ab. Eine Erschöpfung des Hauptluftbehälters auf der Lokomotive durch unsinniges Manövverieren wird durch selbsttätiges Verriegeln des Steuerventils im Bremsventil bei Mindestdruck unmöglich gemacht.

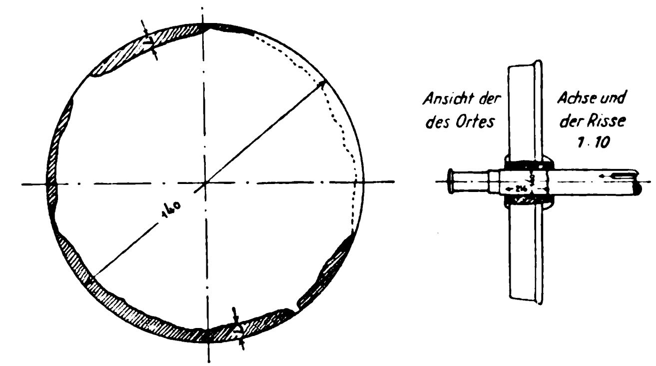
Przygode.

---

## Rissebildungen bei russischen Wagenachsen.

(Scheljeznodoroschnoje Djelo 1925, Nr. 1. Ing. Uwarow.)

In den Tambowskischen Werkstätten in Rufsland wurden beim Auswechseln von Personenwagenachsen der Form 8 (Achshalslänge 200 mm, Achsstärke im Nabensitze 140 mm) an dem Nabensitz ringförmige Risse dem ganzen Umfang nach aufgefunden in solcher Zahl, dafs von 60 Achsen nicht weniger als 80 v. H. Risse hatten. Die Achsen stammen aus den Jahren 1894 bis 1908 und zwar aus den verschiedensten russischen Fabriken. Alle liefen unter dreiachsigen Personenwagen. Um die Tiefe der Risse festzustellen, wurden vier Achsen unter der Presse zerbrochen. Die gröfste Rifstiefe ergab sich zu 13 mm. — Auffallend ist der aufserordentlich scharfe Übergang des Risses zum gesunden Achsteil. Die Bruchfläche ist glatt und vollkommen geschliffen, während der gesunde Teil körniges, anscheinend vollständig gleichmäfsiges Gefüge besitzt. Manche Risse umfassen fast den ganzen Umfang, es sind auch solche vorhanden, bei denen der Rifs Unterbrechungen hat. Fast alle Risse liegen nahe am inneren Nabenrand, weniger befinden sie sich in der Mitte oder aufsen. Da nach Berechnung die Achse nur 500 kg/qcm ruhende Belastung auszuhalten hat, so kann der Bruch nur auf hinzukommende dynamische Beanspruchungen zurückzuführen sein, vor allem infolge von Stöfsen, die vom Schienenstofs herrühren und deren Stärke von der Zuggeschwindigkeit, der Gröfse der Stofslücken und der Schienenüberstände, sowie der Härte der Wagenfedern abhängt. Sodann drückt in Bögen und Weichen die Fliehkraft die Radkränze an die Aufsenschiene. Damit entsteht ein Biegemoment mit einem Hebelarm gleich dem Radhalbmesser und zwar mit gröfster Beanspruchung an der inneren Kante der Radnabe.




Rifsbildungen an russischen Achsen.

Weitere Ursachen liegen in Bremsen und in Drehschwingungen, die beim Wagenlauf in den Achsen auftreten. Dafs die Brüche gerade in den Achsen Form 8 und nicht in den schwächeren Achsen Form 6 beobachtet werden, läfst sich nur damit erklären, dafs die letzteren nur in Güterzügen laufen, deren geringere Geschwindigkeiten alle vorbeschriebenen Ursachen der Erscheinung abschwächen.

Die Brüche erreichen alle eine gewisse Tiefe, bleiben aber dann stehen. Es scheint ein Gleichgewichtszustand einzutreten, sobald die durch den Rifs getrennten Achsteile mikroskopisch kleine Bewegungen ausführen können und die inneren Adhäsionskräfte der Teilchen den äufseren Kräften gleich werden. Das weitere An-

wachsen der Risse hört dann auf. Es scheint das auf den ersten Blick unglaubhaft, aber tatsächlich verschwinden erst nach eingetretenem Anbruch, wenn sich die Teilchen im Nabenbund bewegen können, gewisse zusätzliche Zugbeanspruchungen im Material und erst dann arbeitet die Achse normal. Dafs sich in den Anbruchflächen die Teilchen tatsächlich bewegen, sich voneinander entfernen und sich wieder nähern, geht aus den auch durch das Gefühl festzustellenden, vollständig glatten und abgeschliffenen Bruchflächen hervor. Die beiden Bruchflächen haben sich aneinander völlig glattgeschliffen. Wieviel Zeit dazu nötig war, läfst sich nur schwer sagen. Dafs der Bruch nicht mehr weiter fortschreiten wird, läfst sich aus dem äufserst scharfen Übergang vom gebrochenen zum gesunden Teil des Achsquerschnitts schliefsen. Bei fortschreitenden Brüchen ist die Erscheinung eine andere.

Es ist nun die Frage, treten die Risse gleich beim ersten Arbeiten der Achsen auf und laufen die Achsen etwa schon die ganze Zeit über mit den Rissen, die vielleicht das Ergebnis unrichtigen Aufpressens sein könnten. Auf diese Frage scheint folgende Tatsache eine Antwort zu geben. Man ist schon einmal vor etwa 12 Jahren auf solche Risse aufmerksam geworden und hat damals auf einmal 500 Achsen ausgewechselt. Die Sache scheint dann nicht weiter beachtet worden zu sein und jetzt findet man auf einmal an 80 v. H. solcher Achsen Anbrüche, ohne dafs die ganze Zeit her irgend ein Unfall aus dieser Ursache vorkam. Die Rifsbildung scheint also eine einmalige vorübergehende, dann aber abgeschlossene Sache zu sein. Aber wer will, auch nach allen diesen glaubhaften Erklärungen, die Verantwortung für die Belassung dieser Achsen im Verkehr übernehmen?

Ähnliche massenhafte Anbrucherscheinungen, wie die vorbeschriebenen, sind bei uns im allgemeinen meines Wissens nicht bekannt geworden. Die Erscheinung ist aber so seltsam, dafs sie sicher auch bei uns Aufmerksamkeit auf sich ziehen dürfte. Dr. S.

## Elektrische Bahnen; besondere Eisenbahnarten.

### Neuzeitliche Bauarten von Kupplungen für elektrische Zugheizung.

Aus einem ausführlichen uns von Regierungsrat a. D. Dr. Ing. Zeulmann zugegangenen Aufsatz über diesen Gegenstand entnehmen wir mit Genehmigung des Verfassers folgende Angaben:

Von den bei elektrisch betriebenen Bahnen in Gebrauch befindlichen, gewöhnlich auf elektrischem Wege erfolgenden Zugbeheizungen wird den durch Einbau von elektrischen Widerstandsheizkörpern in den einzelnen Wagenabteilen bewirkten gegenüber der durch Aufstellung von elektrisch beheizten Dampfkesseln auf der Lokomotive oder in besonderen Heizwagen der Vorzug gegeben, weil dabei das Undichtwerden und Einfrieren von Dampfleitungen sicher vermieden wird, ferner eine gleichmäfsige Erwärmung des ganzen Zuges und eine leichte Regelbarkeit gewährleistet ist.

Abb. 1. Einzelheiten des mechanischen Teils der Kupplungsdose. Bauart A. E. G.

Die bis jetzt bei den Heizleitungen verwendeten Heizkupplungen, die aus Stift und Hülse, wie bei den gewöhnlichen Steckkontakten, bestehen, genügen den beim Eisenbahnbetrieb notwendigen Anforderungen wegen der grofsen Stromstärken und hohen Spannungen nicht mehr, zumal mit Rücksicht auf den internationalen Durchgangsverkehr.

Der Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen hat im Jahre 1922 Vereinbarungen getroffen, nach welchen als höchste Heizspannung 1000 V, gemessen bei der für Wechselstrombahnen gebräuchlichen Fahrdrahtspannung von 15 kV und bei Leerlauf des Heiztransformators, festgelegt worden ist; die Höchststromstärke wurde zu 400 Ampère bestimmt. Für die hiernach für alle neu zu beschaffenden elektrischen Lokomotiven und für die mit elektrischen Heizeinrichtungen versehenen Wagen vorgeschriebene elektrische Einheits-Heizkupplung hat der genannte Verein folgende Bedingungen aufgestellt:

1. Die Bedienung mufs gefahrlos, bequem und einfach sein.
2. Bei Zugtrennung, sowie bei Zugzerreifsung soll sich die Kupplung öffnen und dabei allen Anforderungen in mechanischer und elektrischer Hinsicht genügen.
3. Die Kontaktstelle zwischen Stecker und Dose mufs dauernd zuverlässig sein.

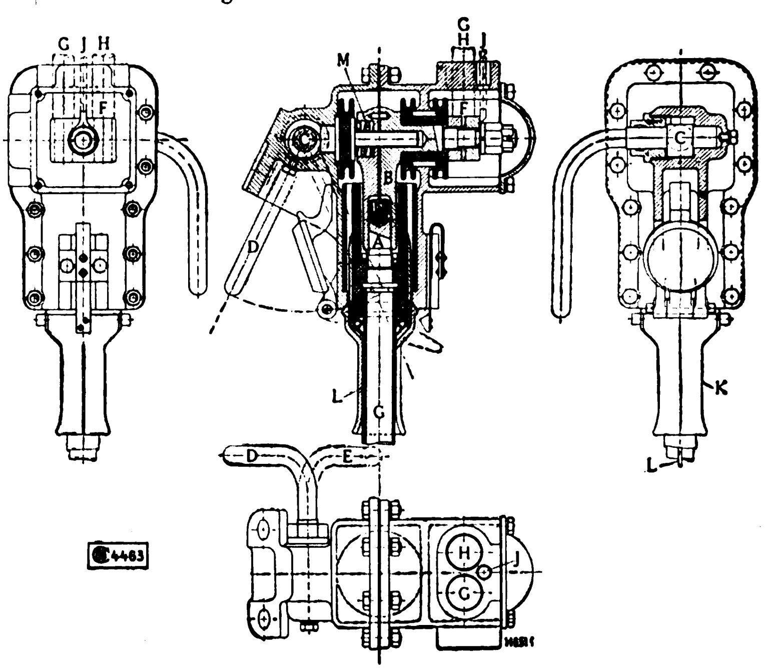


Abb. 2. Kupplungsdose und Kupplungsstecker für Zugheizung. Bauart B. B. C.

4. Das Isoliermaterial hat allen Witterungseinflüssen stand zu halten. Selbst bei den starken Verschmutzungen, denen die Kupplung ausgesetzt ist, sollen reichlich lange Kriechwege Überschläge verhindern.
5. Vorkommende Überschläge sollen durch zuverlässige Erdung aller der Bedienung zugänglichen Teile unschädlich gemacht werden.

Von den in den letzten Jahren bekannt gewordenen Bauformen

von elektrischen Heizkupplungen seien die nachstehenden als die wichtigsten erwähnt.

1. Elektrische Zugheizkupplung, Bauart AEG. D. R. P. 405317 und 405679 (Abb. 1). An jedem Wagenende befinden

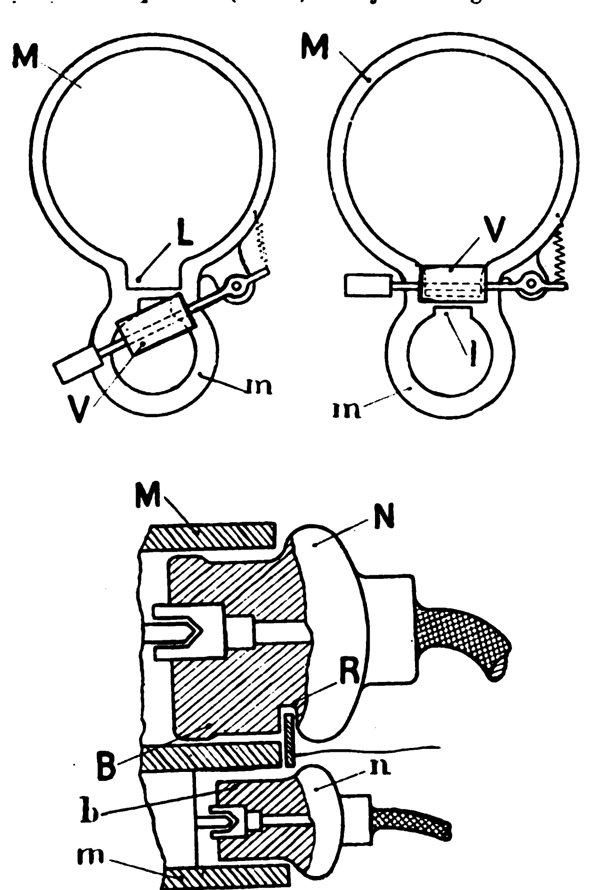



Abb. 3. Elektrische Zugheizkupplung nach Dachary und Vignier.

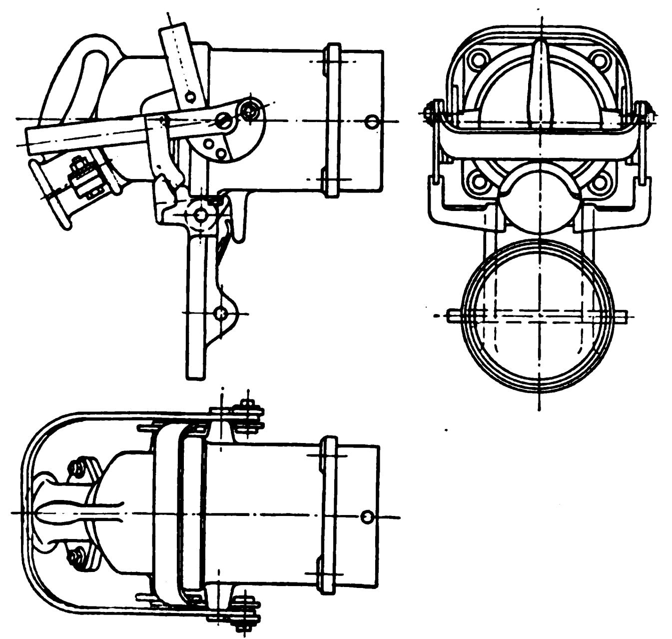


Abb. 4. Anordnung des mechanischen Teils der vierpoligen elektrischen Heizkupplung Bauart S. S. W.

sich die Hauptteile: Kabelanschlufsstück mit Verbindungskabel und Stecker, sowie Blinddose an der einen Seite, Steck- oder Kupplungsdose mit Halter an der anderen. Dadurch, dafs die beiden Hauptteile der Dose: diese selbst (a) und der Halter oder Hebel (e), nicht denselben Drehpunkt (b und d) haben, entsteht bei ihrer zwangläufig gemeinsamen Bewegung ein Verschieben derselben gegeneinander. Diese Bewegung wird zum Öffnen und Schliefsen der Kupplungsdose benutzt, indem der längere Zahn $f_1$ gegen den am Stecker befindlichen Zapfen g stöfst und ihn von der Dose entfernt oder der kürzere Zahn f den Zapfen g erfafst und damit den Stecker in die Dose hineinzieht oder bei unbenutzter Dose ihren geschlossenen Deckel mittelst des Zahnes $g_1$ festhält. Das zum Öffnen der Dose oder zum Herausnehmen des Steckers erforderliche Heben des Hebels geschieht durch Übergleiten seiner Kröpfung auf dem Zapfen $i_1$. Durch diese Vorrichtung ist auch bei Zugzerreifsungen eine Beschädigung vermieden, indem dann beim Strecken des Verbindungskabels das erforderliche Heben und Drehen der Einrichtung und dadurch die Entkupplung selbsttätig eintritt. Die Kupplung, die den eingangs erwähnten Bedingungen voll entspricht und bei der alle der Berührung durch den Kuppler ausgesetzten Teile der Dose und des Steckers dauernd geerdet sind, ist aufserdem noch mit einer selbsttätig wirkenden elektrischen Sicherheitseinrichtung versehen, die den Zugheizschalter auf der Lokomotive ausrückt und sperrt, sobald einer der Stecker um etwa 10 mm in der Dose nach aufsen verschoben oder ein Dosendeckel geöffnet ist. Diese Sicherheitseinrichtung besteht in einer parallel zur Hauptleitung durch den ganzen Zug, also auch

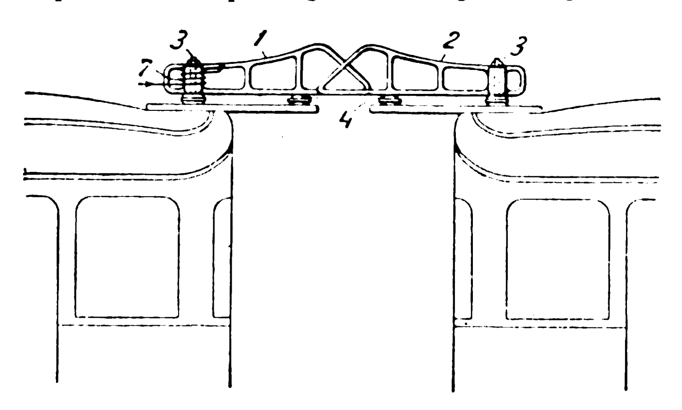



Abb. 5a. Selbsttätig wirkende elektrische Zugheizkupplung Bauart Oerlikon.

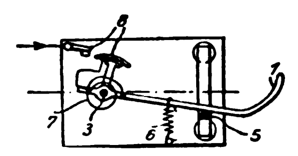



Abb. 5b. Vorrichtung zum Stromlosmachen der selbsttätigen Zugheizkupplung Bauart Oerlikon.

durch die Zugheizkupplungen, geführten Steuerleitung, welche zur Sicherung der Kuppler gegen Verbrennen selbsttätig geerdet wird*), wenn der Verschlufsdeckel geöffnet oder der Stecker herausgezogen wird.

2. Elektrische Zugheizkupplung, Bauart Brown, Boveri u. Co. D. R. P. 366464 und 388768 (Abb. 2). Bei dieser Kupplung, die bei den neuen für Bayern beschafften Lokomotiven und für die Wagen der elektrischen Bahnen in überwiegendem Mafse verwendet wird, sind die gleichen Teile wie bei der vorher beschriebenen vorhanden: ein Kabelhalter, eine Kupplungsdose, ein Verbindungskabel mit Stecker und eine Blinddose. In dem zweiteiligen Gehäuse der Kupplungsdose ist die ebenfalls zweiteilige Hülse B untergebracht, deren unteres Ende mit einer Bohrung zur Aufnahme des Kontaktstiftes A versehen ist. Durch Zusammenpressen dieser beiden Hälften mittelst des durch Hebel D betätigten Exzenters C wird der Kontaktstift A festgehalten. Hierdurch ist ein selbsttätiges Lösen der Kupplung bei Zugzerreifsungen ausgeschlossen. Weiteres ist aus Abb. 2 zu entnehmen. Die neuesten Ausführungen weisen noch einzelne Verbesserungen auf und sind bei einer Reihe von Eisenbahnverwaltungen in Gebrauch.

3. Elektrische Zugheizkupplung nach Vorschlägen von Dachary und Vignier, Frankreich (Abb. 3). Die Kupplungsdose besteht hier aus zwei Kontakthülsen und den zwei zugehörigen

*) Der V. D. E. V. hat beschlossen von einer solchen Sicherheitsleitung (Verriegelung) abgesehen.

Steckern: eine, die gröfsere, für den Heizstromkreis und die andere für den Hilfsstromkreis. An der Stirnfläche der Dose ist ein kleiner Schieber angebracht, der stets nur vor einer kleinen Aussparung der gröfseren oder nur vor der der kleineren Hülse, der des Hilfsstromes, sich befinden kann und dadurch die Abhängigkeit der Benutzung der beiden Kontakthülsen voneinander gewährleistet: durch Unterbrechung des Hilfsstromkreises wird der Heizstromschalter auf der Lokomotive ausgeschaltet und kann erst wieder eingeschaltet werden, nachdem der Stecker für den Heizstrom in seine Hülse gebracht worden ist, der kleine Schieber das Herausziehen verhindert und der Hilfsstromstecker in seine Hülse eingeführt worden ist.

4. Elektrische Zugheizkupplung, Bauart Siemens-Schuckert-Werke (Abb. 4). Diese vierpolige Heizkupplung für 200 Ampère Höchstleistung ist zwischen zwei Wagen des Berliner Stadtbahn-Versuchszuges eingebaut; sie besteht aus zwei Steckdosen und einem Verbindungskabel mit zwei Steckern. Der Kontakt wird in jeder Dose durch vier Steckerstifte und vier Steckerhülsen hergestellt, die Führung durch Übergreifen des Dosenkörpers über den Stecker unterstützt. Zur besseren Handhabung des Steckers ist ein Handgriff daran vorgesehen. Das Herausfallen wird verhindert durch eine Hebelkonstruktion an der Dose, die in seitlichen Bolzen des Steckers einhakt und durch ihr Eigengewicht in dieser Lage bleibt.

5. Elektrische Zugheizkupplung nach Vorschlägen der Maschinenfabrik Oerlikon (Schweiz). D. R. P. 392157 und 403059 (Abb. 5). Diese Kupplung wirkt sowohl beim Kuppeln wie auch beim Entkuppeln selbsttätig. Auf dem Dache der Fahrzeuge sind zwei Kontaktarme angebracht, die sich gleitend auf den isolierten Gleitflächen 4 um die ebenfalls isolierten Achsen 3 drehen und infolge ihrer geschweiften Form bei Berührung aneinander entlang gleiten. Um auch bei Erschütterungen einen sicheren Kontakt der beiden Arme zu gewährleisten, sind auf den Drehpunkten besondere Elektromagnete 7 angebracht, die beim erfolgten Schlufs vom Betriebsstrom erregt werden und die Arme in dieser Lage schwerer beweglich machen, beim Entkuppeln unter Strom durch Zurückschnellen der Arme diese aber wieder stromlos machen.

B. E. Eck.

## Verschiedenes.

### Die Einführung des elektrischen Zugbetriebes auf der Strecke München—Landshut.

Nachdem mit der Eröffnung des elektrischen Bahnbetriebs auf der Strecke München—Garmisch im Februar dieses Jahres ein bedeutsamer Schritt vorwärts in der Durchführung des Elektrisierungsplanes für die südbayerischen Bahnen erfolgt war, wurde nun mit Beginn des Winterfahrplanes auch die 76,1 km lange Linie München—Landshut dem elektrischen Betrieb übergeben. Zur Fertigstellung dieses Teilabschnittes der Hauptbahnstrecke München—Regensburg drängte trotz der hinsichtlich der Mittelbeschaffung eingetretenen Schwierigkeiten vor allem die Vereinbarung mit den stromliefernden Werken, wonach noch in diesem Jahre eine bestimmte Strommenge abgenommen werden mufste. Aufserdem sollten auch die vorhandenen elektrischen Lokomotiven ausgenützt werden.

Die Strecke München—Landshut wird zur Zeit vom Unterwerk Pasing bei München mit Strom versorgt und soll später auch von dem noch im Bau begriffenen Unterwerk Landshut gespeist werden. Bis zur Fertigstellung dieses Unterwerkes wird die aus Gründen der Betriebssicherheit notwendige zweiseitige Speisung der Strecke dadurch erreicht, dafs die vom Unterwerk Pasing nach Landshut führende 110 kV-Bahnstrom-Fernleitung vorläufig an die 15 kV-Sammelschiene des Unterwerkes Pasing angeschlossen wurde. Der Bau der Streckenausrüstung bereitete im allgemeinen keine Schwierigkeiten. Lediglich bei der Durchquerung im Schleifsheimer Moos mufsten die Fundamente der Streckenmaste infolge des hohen Grundwasserstandes verbreitert werden.

Die Fahrleitung ist nach der Einheitsfahrleitung der Deutschen Reichsbahn ausgeführt. In den Bahnhöfen ist das Kettenwerk an geerdeten Querseilen aufgehängt. Als Isolatoren wurden die aus zwei Einfachglocken und einer Doppelglocke bestehenden einscherbigen Kelchisolatoren verwendet. Ihr Einbau in verschiebbare Tempergufsrahmen konnte wegen der hohen Kosten nicht durchgeführt werden. Die Fahrleitung ist im Bahnhof Landshut an zweigliedrigen Ketten der Bauart Vaupel befestigt. Im Bahnhof Feldmoching wurden versuchsweise Knüppelisolatoren aus Stealit mit 45 mm Schaftdurchmesser, bei denen der Isolierkörper auf Zug beansprucht ist, verwendet. Sämtliche Streckenschalter mit Ausnahme der Ladegleis- und Verbindungsschalter können von den Stellwerken aus fernbedient werden. Die Fahrleitungen beider Gleise sind elektrisch voneinander getrennt. Für die Führung der am Bahnkörper verlaufenden Schwachstromleitungen wurden pupinisierte Kabel verwendet.

Der Verbrauch an elektrischer Arbeit für die Strecke München—Landshut wird jährlich etwa 17 Millionen kW/Std. oder 230000 kW/Std. für 1 km Streckenlänge betragen. Der Höhenunterschied der von Norden nach Süden ständig ansteigenden Strecke beträgt 128 m, die gröfste Neigung 5‰. Der Arbeitsverbrauch beträgt für einen 500 Tonnen-Zug bei 90 km Höchstgeschwindigkeit nach den angegebenen Neigungsverhältnissen auf der Talfahrt 18 WStd./tkm, auf der Bergfahrt 28 WStd./tkm.

Schn.

## Bücherbesprechungen.

**Otto Blum, G. Jacobi und Kurt Risch.** Verkehr und Betrieb der Eisenbahnen. Aus der Handbibliothek für Bauingenieure. Berlin 1925, Verlag J. Springer, Preis geb. 21 RM.

Es wird wenig Bücher geben, die einem Zeitbedürfnis in so hervorragender Weise entgegenkommen wie das vorliegende. Und zwar deswegen, weil sich der Eisenbahn-Bauingenieur mehr und mehr auf den Betrieb umstellen mufs. Wie die Verfasser von den grundlegenden Fragen den Stoff bis zu den letzten Zeiterscheinungen herauf verfolgen, ist geradezu vorbildlich. Stets lichtvoll, nie trocken, wie man es wohl von anderen Darstellungen des Betriebs und Verkehrs notgedrungen hinnehmen mufste. Das Buch ist eine Perle in dem Kranze der Handbibliothek für Bauingenieure. Obwohl sich die Beiträge der einzelnen Verfasser teilweise durchschlingen, ist das Ganze doch aus einem Gusse. Anstatt einer beurteilenden Aufzählung des Stoffes nur einen Rat: Nimm und lies!

Dr. Bl.

**Morgner,** Die Heizerschule. 4. Auflage, Berlin 1925, Verlag Julius Springer. Preis geh. 3,90 RM.

Der Wert des für Heizer ortsfester Kessel bestimmten Büchleins wird schon dadurch bewiesen, dafs es seit 1918 drei Auflagen erlebt hat. Der Inhalt trägt der Entwicklung bis zur letzten Zeit Rechnung. Es sind nicht nur die neuesten Ausbildungsvorschriften berücksichtigt, sondern es wird auch die neuzeitliche Wärmewirtschaft dem Heizer in leichtfafslicher Weise nahe gebracht.

Dr. Bl.

**Knolls Taschenbuch zum Abstecken von Kurven,** bearbeitet von Weitbrecht und Knoblich, 4. Auflage, Leipzig 1924, Verlag Alfred Kröner, 2 Teile in einem Bande geb. 8 RM.

Der allgemeine Teil behandelt sehr eingehend alle Berechnungen von den einfachsten an bis zu den Korbbogen und der Einschaltung von Weichen in gekrümmte Gleise. Ob der Abschnitt über die Berechnung der Regelweichen in diesem Zusammenhange nötig ist, mag dahingestellt sein; statt dessen möchte heutzutage ein Abschnitt über die Bogenberichtigung nach Nalenz und anderen erwünschter erscheinen. Die Zahlentafeln des besonderen Teils zeichnen sich durch Übersichtlichkeit und klaren Druck aus.

Dr. Bl.

**Dr. Ing. Heinrich Eckert,** Über Kostenberechnung im Tiefbau. Berlin 1925, Verlag Julius Springer, Preis geh. 6 RM.

Der eigentliche Inhalt des Büchleins ist in seinem Untertitel verborgen „unter besonderer Berücksichtigung gröfserer Erdarbeiten". Ein (allerdings nicht ganz vollständiges) Verzeichnis des Schrifttums ist dem Büchlein angefügt. Aus ihm ist zu ersehen, dafs dieses wichtige Gebiet, auf dem oft Millionen umgesetzt werden, noch zu wenig abgebaut ist. Darum ist auch der vorliegende Beitrag als eine Stütze auf einem bisher oft schwankenden Boden freundlich zu begrüfsen. Nach Inhalt, Form und Umfang ist es dem Bedürfnis des Bauleiters gerade angemessen.

Dr. Bl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

**Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen**

**Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

**80. Jahrgang** | **30. Oktober 1925** | **Heft 20**


## Die vierfach gekuppelte Personenzuglokomotive in Europa.

Von Reichsbahnrat **R. Dannecker**, Stuttgart.

Hierzu Tafel 28.

Kurz vor Beginn des Weltkriegs sehen wir in Europa zum ersten Mal D-gekuppelte Lokomotiven im ausgesprochenen Personenzugdienst, zu dem im folgenden auch die Beförderung von Schnellzügen zählen soll, da ja eine scharfe Trennung hier in neuerer Zeit kaum mehr möglich ist. Diese Entwicklung war eine Folge der überall stetig zunehmenden Belastung der Personen- und Schnellzüge, die einerseits dem wachsenden Reisebedürfnis Rechnung tragen mufsten, während andererseits die Rücksicht auf die Reisenden und auf die Betriebssicherheit immer mehr die Einstellung schwererer Wagen verlangte. Auch der Krieg konnte diese Entwicklung kaum aufhalten. Auf die Einführung der D-gekuppelten Personenzuglokomotive hat er im Gegenteil sogar noch fördernd gewirkt. Schon während des Kriegs und in erhöhtem Mafse nach demselben, als die vorhandenen Lokomotiven überall stark herabgewirtschaftet und daher in grofser Zahl für längere Zeit dem Betrieb entzogen waren, trat ganz allgemein das Bedürfnis nach leistungsfähigen Lokomotiven zu Tag, die sich in weiten Grenzen verwenden lassen und vor allem gestatten sollten, die Zahl der Züge herabzusetzen und deren Belastung zu erhöhen. In Deutschland hat man für diese Zwecke längere Zeit die 1 E-Einheitslokomotive verwendet, im Ausland dagegen wurde meist der D-Kuppler bevorzugt. Bei den Siegerstaaten des Festlands kamen — besonders auch unter dem Einflufs der amerikanischen Lieferfirmen, der sich später immer wieder bemerkbar macht, — die 1 D- und 1 D 1 Lokomotiven zu grofser Verbreitung. Erstere waren ausgesprochen für Militär- und Güterzüge bestimmt und fallen daher nicht in den Rahmen dieser Betrachtung, letztere dagegen haben sich vor allem in Frankreich seither kräftig weiterentwickelt.

Neben dieser Entwicklungsreihe, die in der Hauptsache auf den Krieg zurückzuführen ist, geht eine zweite Gruppe, die in den Ländern mit niederem Achsdruck, aber günstiger Umgrenzungslinie bzw. Spurweite — in Österreich und Spanien — ihren Ursprung hat. Verhältnismäfsig schwierige Streckenverhältnisse verlangen in beiden Ländern auch für die Personenzuglokomotiven Zugkräfte, die sich bei 14 bis 15 t Achsdruck nur noch bei vierfach gekuppelten Lokomotiven erzielen lassen. Man gelangte hier in der Hauptsache zur 2 D-Lokomotive aus Gründen, die später noch erörtert werden sollen.

Eine dritte Reihe endlich entwickelt sich seit 1918 in Deutschland. Sie beginnt mit der 1 D 1 Lokomotive der früheren Sächsischen Staatsbahnen und führt von dieser zur 1 D 1-h 3-Lokomotive der Deutschen Reichsbahn und weiter zur 1 D 1-h 4 v-Lokomotive der Italienischen Staatsbahnen, die eine fast völlige Nachbildung der sächsischen Lokomotive vorstellt.

Die Verwendung D-gekuppelter Lokomotiven überhaupt geht bis auf die 50er Jahre des letzten Jahrhunderts zurück*). Dabei handelte es sich aber erst um Lokomotiven für Güterzüge oder Sonderzwecke mit kleinem Treibraddurchmesser. Als Grenze für die Personenzuglokomotive soll im folgenden ein solcher von rund 1450 mm betrachtet werden und zwar unter der Voraussetzung, dafs die in Frage kommende Lokomotive auch tatsächlich im Personenzugdienst verwendet wird.

Die reine D-gekuppelte Lokomotive ist für den Personenzugdienst wenig geeignet wegen der hierzu erforderlichen hohen führenden Achse und des kaum völlig zu vermeidenden vorderen und hinteren Übergangs. Die oben erwähnte Zusammenstellung zu einzelnen Reihen hat sich daher auf 4/6 gekuppelten Lokomotiven beschränkt, welche die häufigste und bis in die letzte Zeit vollendetste Form der D-gekuppelten Personenzuglokomotive vorstellt. Aber es ist doch, wie wir weiter unten noch sehen werden, auch der reine D-Kuppler und etwas häufiger die 1 D-Lokomotive schon zum regelmäfsigen und ausschliefslichen Dienst vor Personen- und Schnellzügen herangezogen worden. Allerdings bleiben dies doch Ausnahmen, denn zur Entwicklung der für diesen Dienst erforderlichen Geschwindigkeiten ist eben ein Kessel erforderlich, der sich nicht auf vier, nur mit Schwierigkeit auf fünf und bequem erst auf sechs Achsen unterbringen läfst. Die Verteilung dieser sechs Achsen unter der Lokomotive hat zwei Lösungen gefunden, die Achsanordnungen 1 D 1 und 2 D. Man kann keiner davon allgemein den Vorzug vor der andern geben, die jeweiligen Verhältnisse müssen von Fall zu Fall entscheiden. Beide Anordnungen erlauben einfache Ausführungen des Lauf- und Triebwerks und die Unterbringung eines genügenden Kessels, sofern nicht — was aber ganz allgemein im Lokomotivbau Schwierigkeiten macht — der Treibraddurchmesser allzu grofs bemessen wird. Als Grenze kann ein Mafs von ungefähr 1750 mm gelten, das übrigens auch für alle Fälle genügen dürfte. Die 1 D 1-Bauart gestattet die Verwendung einer tiefen Feuerbüchse, bei der 2 D-Bauart dagegen liegt der Rost vielfach über den Kuppelrädern. Die Feuerbüchse läfst sich dann zwar grofs, aber selbst bei hoher Umgrenzungslinie nur nieder ausführen und wird sich besonders für die Verbrennung weniger guter Kohle eignen, wie solche tatsächlich auch in Österreich und Spanien zur Verwendung kommt.

Ein Beispiel, vielleicht das einzige, für eine D-Personenzuglokomotive ist die D-n 4 v Lokomotive der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn (PLM) von 1893 (Ordn.-Nr. 1). Die Lokomotive ist unter dem frischen Eindruck der ersten Erfolge, welche die Vierzylinder-Verbundlokomotiven de Glehn'scher Bauart damals in Frankreich erzielen konnten, als solche gebaut worden. Jedoch liegen die vier Zylinder abweichend von der üblichen Bauart sämtlich in einer Querebene unter der Rauchkammer. Die innen liegenden Hochdruckzylinder treiben die dritte, die äufseren Niederdruckzylinder die zweite Kuppelachse an. Der Kessel hat Serverohre. Bemerkenswert ist neben dem grofsen Treibraddurchmesser, dem Kennzeichen der Personenzuglokomotive, der grofse Radstand, der den Überhang in weitem Mafse unschädlich machte. In der Tat ist diese Lokomotive nicht nur für Güterzüge auf den Hauptstrecken mit günstigen Neigungsverhältnissen, sondern auch mit einer Höchstgeschwindigkeit von 65 km/Std. für Personenzüge auf schwierigen Strecken verwendet worden und wir sehen in ihr die höchste Entwicklungsstufe für eine D-gekuppelte Lokomotive als Gebirgs-Personenzuglokomotive vor uns. Die Hauptabmessungen dieser, wie aller folgenden Lokomotiven sind aus der Zusammenstellung (Seite 416/17) zu entnehmen, ihre Typenbilder aus der Taf. 28 ersichtlich.

*) **Jahn**, Die Dampflokomotive, S. 284 ff.

Auch die 1 D Personenzuglokomotive ist eine seltene Erscheinung geblieben. Die 1 D-n 4 v Lokomotive der Bulgarischen Staatsbahn von Henschel (Ordn.-Nr. 2) wird zwar als Personenzuglokomotive bezeichnet, ist aber mit ihrem verhältnismäfsig kleinen Treibraddurchmesser von nur 1450 mm eher zu den Güterzuglokomotiven zu rechnen. Sie ähnelt im Aufbau der bekannten 1 D-n 4 v Lokomotive der Gotthardbahn von Maffei, die ebenfalls Vorspanndienste vor Personenzügen versehen hat, dabei aber als Güterzuglokomotive betrachtet wird und soll daher hier nur kurz erwähnt werden. Dagegen haben die Italienischen Staatsbahnen im Jahre 1913 eine Heifsdampf-Zwillingslokomotive geschaffen, die als ausgesprochene 1 D-Personenzuglokomotive gelten kann (Ordn.-Nr. 3). Sie ist für schnelle Personen- und Eilgüterzüge im Verkehr Sizilien—Reggio—Neapel bestimmt und ebenso wie eine Anzahl der folgenden Lokomotiven schon früher in dieser Zeitschrift besprochen worden*). Die Lokomotive ist nicht etwa, wie man erwarten könnte, aus einer reinen D-Bauart hervorgegangen, sondern offensichtlich durch Hinzufügen einer weiteren Kuppelachse aus der bewährten 1 C-h 2 Personenzuglokomotive von Schwartzkopff entstanden, von der die Lauf- und Triebwerksanordnung mit Zara-Gestell, Innenzylindern und Aufsensteuerung fast unverändert übernommen worden sind. Die Ausführung des breiten, über der letzten Achse liegenden Rostes scheint indessen nicht besonders glücklich und unverständlich in diesem Fall, wo eine nur wenig kleinere, aber wohl ebenso leistungsfähige Rostfläche in einer schmalen, tiefen Feuerbüchse sich bequem zwischen den Rahmen hätte unterbringen lassen.

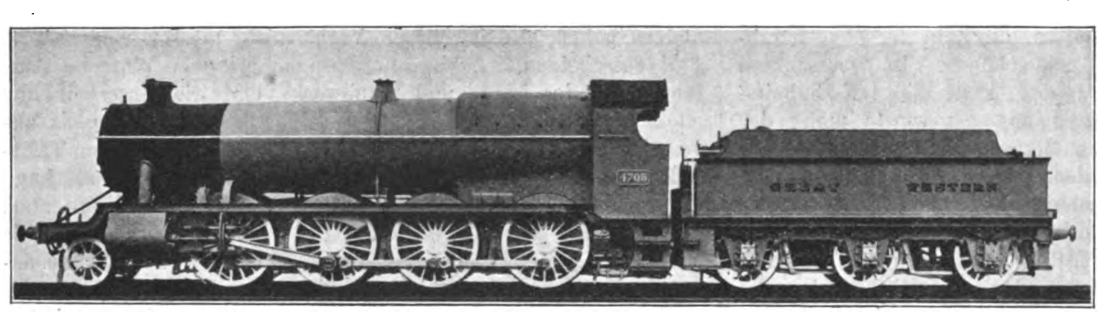


Abb. 1. 1 D-h 2 Lokomotive der Great Western-Bahn.

In England ist die 1 D-Lokomotive von der Great Western-Bahn im Jahr 1919 noch auf eine höhere Entwicklungsstufe mit Treibrädern von 1727 mm Durchmesser getrieben worden (Ordn.-Nr. 4)**). Die Lokomotive hat Aufsenzylinder mit Antrieb der zweiten Kuppelachse, innen liegende Steuerung, Belpaire-Stehkessel und zeigt das übliche Aussehen der Lokomotiven der Great Western-Bahn (Textabb. 1).

Auch in Spanien, das, wie schon angedeutet wurde, vor allem auf dem Gebiet der 2 D-Lokomotive sich betätigt hat, finden wir eine 1 D-h 2 Personenzuglokomotive bei der Spanischen Nordbahn (Ordn.-Nr. 5). Die Lokomotive ist von verschiedenen Firmen 1921 gebaut worden und zeigt Anlehnung an französische Bauformen. Die aufsenliegenden Zylinder treiben die dritte Kuppelachse an, die Belpaire-Feuerbüchse, für welche die breite spanische Spur genügend Raum gibt, liegt hinter der dritten und über der vierten Kuppelachse.

Zwischen allen diesen 1 D-Lokomotiven läfst sich ein innerer Zusammenhang schwer feststellen. Sie stehen fast ebenso vereinzelt da wie die D-Personenzuglokomotive und ihre organische Weiterentwicklung mufste schliefslich aus den oben erwähnten Gründen zur 4/6 gekuppelten Lokomotive führen. Von diesen soll hier zuerst die 2 D-Bauart besprochen werden, die zeitlich etwas weiter zurückreicht, wenn auch in Formen, die noch nicht die reine Personenzuglokomotive erkennen lassen.

*) Organ 1913, S. 442.
**) Organ 1920, S. 242.

Die erste derartige 2 D-n 4 v Lokomotive beschaffte 1907 wiederum die Paris-Lyon-Mittelmeerbahn (Ordn.-Nr. 6)*). Die Lokomotive hat Triebwerksanordnung nach de Glehn und ist als eine Weiterentwicklung der schon früher erwähnten D-Lokomotive (Ordn.-Nr. 1) zu betrachten, die bei höheren Geschwindigkeiten naturgemäfs nicht mehr voll befriedigen konnte. Bauliche Schwierigkeiten ergaben sich bei dem kleinen Treibraddurchmesser und verhältnismäfsig geringen Gewicht nicht. Sämtliche Zylinder liegen in einer Ebene unter der Rauchkammer. Der Rost von 3,1 qm war leicht zwischen den Rahmen unterzubringen. Die Lokomotive wurde in grofser Zahl beschafft. Da man aber bald davon abgekommen zu sein scheint, sie vor schneller fahrenden Zügen zu verwenden, konnte man später auf das ohnedies nur schwach belastete Drehgestell verzichten und baute die Lokomotive von 1911 an in der Form 1 D-n 4 v später h 4 v und h 4 mit vorderem Kraufs-Gestell. Diese letztere Form ist indessen nur noch als Güterzuglokomotive zu betrachten.

Ähnlich wie diese erste französische 2 D-Lokomotive sind auch zwei ähnliche Typen der Norwegischen Staatsbahn ohne nachhaltigen Einflufs auf die Entwicklung der 2 D-Bauart geblieben. Die erste, eine 2 D-h 4 Lokomotive wurde 1910 von der Schweizerischen Lokomotivfabrik in Winterthur geliefert (Ordn.-Nr. 7), die andere, im allgemeinen gleich, aber mit Verbundwirkung 1912 von der Thunes Mekaniske Verksted in Skoien bei Kristiania (Ordn.-Nr. 8). Beide Lokomotiven haben geringen Triebraddurchmesser, sowie einen Achsdruck von nur 12 t und sind nur in Anbetracht der bescheidenen norwegischen Eisenbahnverhältnisse noch als Personenzuglokomotiven anzusprechen. Die vier Zylinder liegen beide Male sämtlich geneigt und in einer Querebene unter der Rauchkammer. Der Rost ist breit und liegt über den beiden hinteren Kuppelachsen.

Als letzte derartige, etwa als Übergangstype zu bezeichnende Bauart sei noch die 2 D-h 2 Lokomotive der Madrid-Zaragossa-Alicante-Bahn (MZA) von Henschel erwähnt (Ordn.-Nr. 9). Auch sie hat noch einen geringen Treibraddurchmesser, wird aber im Personenzugdienst mitverwendet. Die Lokomotive hat Blechrahmen, Aufsenzylinder mit Antrieb der zweiten Kuppelachse und Heusinger-Steuerung. Die hintere Kuppelachse hat beiderseits 15 mm Spiel. Der breite Rost liegt wiederum über den beiden letzten Kuppelachsen. Genau betrachtet ist die Lokomotive nichts anderes als eine 1 E-Güterzuglokomotive, bei welcher unglücklicherweise die vorderste Kuppelachse durch eine Laufachse ersetzt ist. Als solche 1 E-Lokomotive hätte sie jedenfalls den verlangten Personenzugdienst ebenso gut erledigt und darüber hinaus als Güterzuglokomotive einen wesentlich gröfseren Verwendungsbereich gehabt.

Besondere auf der Verwendung von vier Kuppelachsen beruhende Schwierigkeiten konnten sich bei allen den bisher erwähnten 2 D-Lokomotiven noch nicht ergeben. Anders wird aber die Sache, sobald für höhere Geschwindigkeiten gröfsere Treibraddurchmesser und zugleich für die dadurch bedingte gröfsere Kesselleistung auch noch gröfsere Rostflächen in Frage kommen. Die erste derartige Lokomotive (Ordn.-Nr. 10) hat die Spanische Nordbahn 1913 von der Elsäfsischen Maschinenbaugesellschaft in Grafenstaden beschafft. Die Lokomotive ist aus der 2 C 1-h 4 v Lokomotive entstanden, wie sie dieselbe Firma für die früheren Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen sowie für die französische Nordbahn gebaut hat. Die gesamte

*) Organ 1911, S. 52 und 387.

Lauf- und Triebwerksanordnung nach der den französischen Bahnen eigentümlichen Bauart de Glehn ist dieselbe geblieben. Lediglich der Treibraddurchmesser ist verkleinert und statt der hinteren, fest im Rahmen gelagerten Laufachse eine Kuppelachse eingefügt worden. Der ursprünglich schmale, tief zwischen den Rahmen liegende Rost kam über die verkleinerten Treibräder zu liegen und konnte daher verbreitert werden.

Anschliefsend an diese 2 D-Lokomotive der Spanischen Nordbahn sollen gleich zwei vierfach gekuppelte Tenderlokomotiven mit vorderem Drehgestell erwähnt werden. Sie sind von der gleichen Firma zu derselben Zeit wie jene geliefert worden und mit ihr nahe verwandt. Die eine ist die 2 D 2-h 4 v Personenzug-Tenderlokomotive derselben Bahn (Ordn.-Nr. 31)*), die andere die 2 D-h 2 Tenderlokomotive der Französischen Südbahn (Ordn.-Nr. 32). Beide sind in Leistung und Gewicht ziemlich gleich, ebenso sind ihre Vorräte kaum verschieden. Das hintere Drehgestell der spanischen Lokomotive verdankt sein Dasein lediglich dem geringeren zulässigen Achsdruck der Eigentumsbahn. Ein wesentlicher Unterschied besteht aber insofern, als bei der französischen 2 D-Lokomotive die Verbundwirkung nach de Glehn verlassen und durch Zwillingsanordnung ersetzt ist. Während die französischen Bahnen im allgemeinen auch heute noch der Vierzylinder-Verbundbauart den Vorzug geben, hat die Südbahn schon frühzeitig Versuche mit Heifsdampf-Zwillingslokomotiven deutschen Ursprungs aufgenommen und seither viele ihrer schweren Lokomotiven mit Zwillingswirkung gebaut. Nach dem Krieg kamen sogar, beeinflufst durch amerikanische Lieferungen, 2 C 1-h 2 Schnellzuglokomotiven in Dienst. Die beiden Tenderlokomotiven haben ebenso wie die Schlepptenderlokomotive der Spanischen Nordbahn Blechrahmen mit vier festgelagernden Kuppelachsen. Auch dies ist eine Besonderheit des französischen Lokomotivbaus, der selbst fünffach gekuppelte Lokomotiven ohne Seitenverschiebung lediglich durch entsprechende Verschwächung bzw. völliges Weglassen der Spurkränze an einzelnen Kuppelachsen kurvenbeweglich zu machen sucht. Die hier behandelten Lokomotiven sollen Krümmungen bis herab zu 150 m Halbmesser anstandslos durchfahren. Eine der Lokomotive (Ordn.-Nr. 32), fast völlig gleiche, aber etwas leichtere Lokomotive besitzt auch die Pariser Gürtelbahn.

Auch der deutsche Lokomotivbau hat sich frühzeitig auf die 4/6 gekuppelte Schnellzuglokomotive geworfen und ist für die 2 D-Lokomotive richtunggebend geworden, wenn auch später für die deutschen Bahnen die 1 D 1-Bauart bevorzugt wurde. Die erste deutsche ausgesprochene 2 D-h 4 v Schnellzuglokomotive, gebaut von der Hanomag 1914 für die Madrid-Zaragossa-Alicante-Bahn (Ordn.-Nr. 11)**), geht völlig neue Wege. Wenn man sich die bisherigen Ausführungen der französischen Firmen aus der französischen 2 C 1-Bauart entstanden denken konnte, so geht die deutsche 2 D-Schnellzuglokomotive offenbar auf die deutsche 2 C 1 Lokomotive mit breiter Feuerbüchse zurück, wie sie Maffei zuerst 1907 eingeführt hat. Wie bei dieser liegen die Zylinder in einer Querebene unter der Rauchkammer, jedoch unter Verwendung gemeinsamer Kolbenschieber für die Zylinder jeder Lokomotivseite. Wenn entgegen der deutschen Gepflogenheit die Hochdruckzylinder aufsen und die Niederdruckzylinder innen angeordnet sind, so ist das eine Abweichung die durch die vorliegenden Umstände (Spurweite und Umgrenzung) gegeben war. Dagegen ist allerdings der Antrieb der Innenzylinder auf die vorderste Kuppelachse bei der gewählten Zylinderanordnung in Deutschland ungewöhnlich und verrät, dafs der Einflufs der französischen Bauart de Glehn wenigstens damals bei der Eigentumsverwaltung noch nicht ganz ausgeschaltet war. Der Kessel der Lokomotive ist abweichend von den vorgenannten französischen Bauarten so hoch gelegt und ihre letzte Kuppelachse soweit zurückgezogen, dafs sich der breite Stehkessel zwar unter Neigung seiner Vorderwand aber sonst doch noch wesentlich ungezwungener über den Rädern unterbringen liefs, als dies bei der italienischen 1 D-Lokomotive der Fall war. Die Lokomotive ist während des Kriegs von der Amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft in gröfserer Zahl nachgeliefert und 1920 von der Firma La Maquinista in Barcelona unter gleichzeitigem Übergang zur 2 D-h 2 Bauart noch verstärkt worden (Ordn.-Nr. 12)*). Anschliefsend daran haben dann 1921 die Andalusische Bahn und 1922 die Medina del Campo-Zamora und Orense-Vigo-Bahn (M Z O V) ebenfalls 2 D-h 2 Lokomotiven beschafft, erstere nach belgischem Entwurf von verschiedenen ausländischen und deutschen Firmen (Ordn.-Nr. 13), letztere von den Linke-Hofmann-Werken in Breslau (Ordn.-Nr. 14). Beide sind im Gegensatz zu der M Z A-Lokomotive leichte Typen mit nur 67 bzw. 68 t Dienstgewicht. Die Lokomotive der Andalusischen Bahn hat Blechrahmen, Aufsenzylinder mit Heusinger-Steuerung und Antrieb der zweiten Kuppelachse. Die letzte Kuppelachse hat beiderseits 25 mm Seitenspiel. Der Langkessel besteht aus drei Schüssen, der Stehkessel hat Belpaire-Decke und schmalen zwischen den Rahmen liegenden Rost. Bei der breiten spanischen Spur erhält man dabei immer noch eine genügend grofse Rostfläche. Dieser Umstand hat zweifellos die Einführung gerade der 2 D-Lokomotive in Spanien gefördert, ähnlich wie diese in Österreich und Ungarn ihre Einführung der günstigen, hohen Umgrenzungslinie verdankt. Übrigens hat die Andalusische Bahn an dem belgischen Entwurf keine ungetrübte Freude genossen: Die Lokomotiven verursachten wegen des völlig ungenügenden Massenausgleichs von Anfang an fortgesetzt Schienenbrüche bzw. Entgleisungen, die schliefslich eine Änderung der Gegengewichte erforderlich machten. Die Lokomotive der M Z O V soll Züge von 400 t Gewicht auf Steigungen von 2 $^0/_{00}$ und in der Geraden mit 70 km/Std. und solche von 260 t Gewicht auf 15 $^0/_{00}$ und in Krümmungen von 300 m Halbmesser mit 30 km/Std. befördern. Sie ist im allgemeinen Aufbau der andalusischen Lokomotive ähnlich, hat aber als deutscher Entwurf höhere Kessellage und breiten über den Rädern liegenden Rost. Das Drehgestell hat beiderseits 40 mm Ausschlag, die letzte Kuppelachse 10 mm Seitenspiel, die Spurkränze der zweiten Kuppelachse, die zugleich Treibachse ist, sind um 10 mm schwächer gedreht. Der Langkessel besteht aus zwei Schüssen, der normale Stehkessel hat senkrechte Rückwand. Der vordere Teil des Rostes ist als Kipprost ausgebildet. Von der Ausrüstung sind zu erwähnen der Ventilregler Bauart Schmidt und Wagner, zwei Pop-Ventile mit 88 mm Durchgang, zwei saugende Friedenau-Strahlpumpen und die Luftsaugebremse nach Hardy, die auf alle Kuppelräder einseitig von hinten wirkt.

Eine in den Abmessungen der Lokomotive (Ordn.-Nr. 12) ähnliche 2 D-h 3 Lokomotive (Ordn.-Nr. 15) hat man in Spanien zu Versuchszwecken aus England bezogen. Die Aufsenzylinder treiben bei ihr die zweite, der Innenzylinder die erste Kuppelachse an. Die Steuerung des mittleren Zylinders wird von aufsen mittels Hebeln übertragen. Der Belpaire-Stehkessel hat trapezförmigen Rost. Bemerkenswert an der Lokomotive ist der Speisewasservorwärmer nach Worthington.

In Österreich hat die Südbahn 1915 die ersten 2 D-h 2 Lokomotiven von der Lokomotivfabrik der Österreichisch-Ungarischen Staatseisenbahngesellschaft beschafft und 1917 hat auch die Kaschau-Oderberg-Bahn dieselben Lokomotiven in Dienst gestellt (Ordn.-Nr. 16). Wie wir schon gesehen haben ermöglichte hier die hohe Umgrenzungslinie eine leichtere Durchbildung des Stehkessels als in Spanien, zumal da man in Österreich keinen Wert auf eine tiefe Feuerbüchse legt. Die Lokomotive, wegen der im übrigen auf die frühere Veröffent-

*) Organ 1913, S. 357.
**) Organ 1915, S. 296.

*) Organ 1923, S. 231.

lichung*) hingewiesen sei, wird seit einiger Zeit in fast gleicher Ausführung auch von den Österreichischen Bundesbahnen anstelle der seit 1914 verwendeten 1 D 1-h 4 v Lokomotive beschafft. Die Lokomotive der Bundesbahnen (Ordn.-Nr. 17) hat gegenüber der Südbahntype höheren Dampfdruck, längeren Hub, verlängerten Führerstand und Drehgestellbremse. Ganz neu ist die Ventilsteuerung von Lentz und die einschienige Gleitbahn. Die Belastung der Kuppelachsen erreicht annähernd 15 t. Die Lokomotive hat die erwähnte 1 D 1-h 4 v Lokomotive im Regelbetrieb in jeder Beziehung überboten und soll dabei noch 30 bis 40 % weniger Kohle verbrauchen als diese.

Die letzte 2 D-h 2 Lokomotive im Gebiet der früheren Österreichischen Monarchie hat Ungarn 1922 beschafft (Ordn. Nr. 18). Auch diese Lokomotive entspricht im wesentlichen der Südbahnlokomotive, ist aber etwas leichter und hat kleineren Treibraddurchmesser bei der wohl höchsten europäischen Normalspur-Kessellage von 3300 mm über Schienenoberkante. Die Ausführung mit grofsem, über den Kuppelachsen liegendem Rost von genügender Tiefe war damit gegeben. Das Drehgestell hat beiderseits 60 mm Ausschlag, die letzte Kuppelachse 30 mm Seitenspiel, die Spurkränze der Treibräder sind schmäler gedreht. Die Lokomotive ist für eine Höchstgeschwindigkeit von 85 km/Std. bestimmt, soll aber bei Probefahrten noch über 100 km/Std. bei völlig ruhigem Gang erreicht haben. Sie befördert Schnellzüge von 500 bis 560 t Wagengewicht auf langen krümmungsreichen Steigungen von 6,7 ‰ noch mit 60 km/Std.

Die zweite Möglichkeit der 4/6 gekuppelten Lokomotive, die 1 D 1-Bauart, ist als Güterzuglokomotive schon frühzeitig in Amerika aufgetreten und ist es auffallenderweise dort auch geblieben. In Europa dagegen erscheint sie — wenigstens in der Form einer Schlepptenderlokomotive — erst ziemlich spät und gleich als Personenzuglokomotive mit 95 km/Std. Höchstgeschwindigkeit. Wiederum war es die Paris-Lyon-Mittelmeerbahn, die die neue Type zur Einführung brachte. Sie hatte die Absicht den Treibraddurchmesser ihrer 2 D-Lokomotive (Ordn.-Nr. 6) auf 1650 mm zu erhöhen und gleichzeitig den Kessel zu vergröfsern. Man konnte aber dann die tiefe Feuerbüchse nicht beibehalten und die Bahn ging deshalb unter Anlehnung an ihre 2 C 1 Lokomotiven zur 1 D 1-Bauart über. Die so entstandene 1 D 1-h 4 v Lokomotive (Ordn.-Nr. 19)**) hat daher grofse Ähnlichkeit mit jener 2 C 1 Lokomotive. Der Treibraddurchmesser mufste gegenüber dieser verkleinert und an die Stelle der zweiten Laufachse eine Kuppelachse gesetzt werden. Nach französischer Sitte sind die beiden Laufachsen als Bissel-Achsen ausgebildet und sämtliche Kuppelachsen fest. Die Spurkränze der zweiten Kuppelachse sind um 18 mm, diejenigen der dritten um 10 mm schwächer gedreht.

Eine ähnliche 1 D 1 - h 4 v Lokomotive führten die Österreichischen Staatsbahnen 1914 ein (Ordn.-Nr. 20)***). Da sie keine 2 C 1-Bauart besafsen, entwickelte Gölsdorf die neue Lokomotive aus seiner 1 E - h 4 v Lokomotive, indem er die letzte Kuppelachse durch eine Adams-Achse ersetzte und den Treibraddurchmesser etwas vergröfserte. Er kam so zu einer über den Kuppelrädern liegenden breiten, aber niederen Feuerbüchse, die bei der 1 D 1 Personenzuglokomotive vereinzelt dasteht und am besten aus der oben geschilderten Entwicklung der vorliegenden Lokomotive zu verstehen ist. Wenn auch diese Lokomotivgattung in Österreich nur in geringer Zahl gebaut und bald durch die 2 D-Bauart verdrängt worden ist, so hat sie doch mit ihrer über den Rädern liegenden Feuerbüchse dieser zweifellos den Weg bereitet.

Zeitlich folgt auf diese beiden ersten 1 D 1 Personenzuglokomotiven eine Reihe amerikanischer Lieferungen während des Kriegs. Es sind Lokomotiven für die Paris-Orléans-Bahn (PO), für Griechenland und die Spanische Nordbahn (Ordn.-Nr. 21 bis 23)*). Sie sind durchweg in Anlehnung an die bekannten amerikanischen 1 D 1 Lokomotiven gebaut mit Barrenrahmen, aufsenliegenden Zwillingzylindern mit Antrieb der dritten Kuppelachse und Heusinger-Steuerung sowie mit breiter, über der Schleppachse liegender Feuerbüchse. Nur die französische Lokomotive ist in den Einzelteilen ein wenig den üblichen Formen der Eigentumsbahn angepafst; sie hat auch einen dreiachsigen Tender erhalten. Jedoch sind alle Lokomotiven wesentlich leichter als die amerikanischen Vorbilder.

Ebenfalls noch während des Kriegs ist die erste deutsche 1 D 1 Schnellzuglokomotive entstanden. Diese, die h 4 v Lokomotive der Sächsischen Staatsbahnen (Ordn.-Nr. 24)**), weicht von den bisherigen Lokomotiven durch die Verwendung wesentlich gröfserer Treibräder und eines vorderen Kraufsgestells ab. Sie hat Barrenrahmen und die Triebwerksanordnung der deutschen 2 C 1 Lokomotiven, von welchen auch der Kessel übernommen ist. Die Verwendung des grofsen Treibraddurchmesser bot zweifellos mancherlei Schwierigkeiten und es gereicht dem deutschen Lokomotivbau zur Ehre, dafs er sich dadurch nicht hat abschrecken lassen. Dennoch mufs der Entwurf aber gerade wegen dieses grofsen Treibraddurchmessers als verfehlt betrachtet werden. Für entsprechend hohe Geschwindigkeiten ist die vierte Kuppelachse unnötig und schädlich, weil sie den Eigenwiderstand der Lokomotive erhöht, während für kleinere Geschwindigkeiten, welche die Möglichkeit zur Ausnützung des zur Verfügung stehenden Reibungsgewichts bieten könnten, die grofsen Treibräder nicht erforderlich sind. Man hat diesen Fehler auch erkannt und bei der nächsten deutschen 1 D 1 Lokomotive, Klasse P 10 der Preufsischen Staatsbahn (Ordn.-Nr. 25)***) den Treibraddurchmesser auf das für alle Zwecke ausreichende Mafs von 1750 mm gebracht. Eine ausführliche Beschreibung dieser Lokomotive, die 1921 von Borsig entworfen und erstmals gebaut wurde, findet sich in Glasers Annalen 1922, Heft 1089/1090. Sie hat ebenfalls Barrenrahmen mit vorderem Kraufs-Gestell und Drillings-Anordnung mit Antrieb der zweiten Kuppelachse. Das Kraufs-Gestell ist beiderseits um 75 mm, die dritte Kuppelachse um 25 mm und die Schleppachse um 100 mm verschiebbar bzw. radial einstellbar. Die Spurkränze der Treibachse sind um 15 mm zurückgedreht. Die Gegenkurbeln sitzen auf der dritten Kuppelachse, die besondere Schwinge für den Innenzylinder wird von der linken Gegenkurbel durch Zwischenwelle mitgenommen. Da die Kuppelachsen zur Unterbringung der mit 170 % des Reibungsgewichts wirkenden Bremsgehänge auseinander gezogen werden mufsten, war die Unterbringung einer breiten Feuerbüchse ohne allzu grofse Längenentwicklung nicht möglich. Man ist daher zum ersten Mal in Deutschland zu der in Frankreich beliebten trapezähnlichen Rostform übergegangen, ohne dafs diese aber Aussicht auf weitere Verbreitung zu haben scheint. Die Lokomotive hat im übrigen die übliche Ausrüstung der neueren preufsischen Lokomotiven, Vorwärmer nach Knorr, Schlammabscheider und Prefsluftsandstreuer. Sie ist mit einem gröfsten Achsdruck von rund 19 t z. Zt. die schwerste und kräftigste deutsche Personenzuglokomotive.

Im Anschlufs an diese beiden deutschen Lokomotiven soll gleich die 1 D 1 - h 4 v Lokomotive der Italienischen Staatsbahnen (Ordn.-Nr. 26)†) angeführt werden, die 1921 von Breda geliefert wurde. Sie weicht von der sächsischen Lokomotive in der Hauptsache durch die Verwendung von Blechrahmen sowie dadurch ab, dafs nicht die zweite, sondern die dritte Kuppelachse den Antrieb sämtlicher Zylinder aufnimmt. Die Schleppachse ist nach amerikanischem Muster als Bissel-

*) Organ 1919, S. 95.
**) Organ 1916, S. 304.
***) Organ 1915, S. 328.

*) Organ 1916, S. 271.
**) Organ 1921, S. 9 und 1925, S. 8.
***) Organ 1925, S. 9.
†) Organ 1925, S. 15.

achse mit Aufsenlagern durchgebildet und hat beiderseits 140 mm Spiel.

Die letzte in unsern Rahmen fallende 1 D 1 Schlepptenderlokomotive ist die 1 D 1 - h 2 Lokomotive der Französischen Staatsbahn (Ordn.-Nr. 27). Sie ist wieder aus den neuesten französischen Versuchen mit der 2 C 1 - h 2 Lokomotive entstanden, mit der sie trotz der verschiedenen Achsanordnung mehr gemein hat als mit der aus Amerika stammenden 1 D 1 - h 2 Lokomotive der Paris-Orléans-Bahn (Ordn.-Nr. 21), und wurde 1921 von der Elsäfsischen Maschinenbau-Gesellschaft für die Beförderung schwerer Personen- und Schnellzüge auf Hügellandstrecken gebaut. Die Lokomotive hat Blechrahmen von 30 mm Stärke, der hinten eingezogen ist, um den Ausschlag der Bissel-Achse zu gestatten. Die vordere Bissel-Achse hat Rückstellvorrichtung mittels Pendeln und ist ohne besondere Federung durch Ausgleichhebel mit der ersten Kuppelachse verbunden. Die dritte bis sechste Achse sind ebenfalls ausgeglichen. Sämtliche Kuppelachsen sind fest gelagert. Die aufsenliegenden Zwillingszylinder wirken auf die dritte Kuppelachse. Der Kessel ist zylindrisch und besteht aus drei Schüssen. Auf dem mittleren sitzt der Dom mit dem Flachschieberregler. Der Stehkessel hat Belpaire-Form und den schon früher erwähnten trapezförmigen Rost. Letzterer ist als Rädern liegende Feuerbüchse. Die Lokomotive der Ostbahn besitzt vorn und hinten je eine Bissel-Achse mit beiderseits 90 mm Ausschlag, die Reifen der dritten und vierten Achse sind um 5 mm schwächer gedreht, so dafs die Lokomotive Krümmungen mit Halbmessern bis 90 m durchfährt. In derselben Weise wird die Kurvenbeweglichkeit bei der Lokomotive der Paris-Orléans-Bahn erzielt. Die Lokomotive der Ungarischen Staatsbahn hat Brotan-Feuerbüchse; das ursprüngliche vordere und hintere Kraufs-Gestell wurde bei den späteren Lieferungen durch Adams-Achsen ersetzt und die zweite und vierte Kuppelachse seitenverschiebbar gemacht um einen gröfseren festen Achsstand zu erhalten. Die portugiesische Lokomotive ist aus einer 1913 gebauten gleichartigen Nafsdampflokomotive derselben Baufirma hervorgegangen. Bei ihr ist vorn und hinten je ein Drehgestell nach Zara vorgesehen, die Spurkränze der beiden mittleren Achsen sind um 5 mm verschwächt. Im übrigen bieten die vier angeführten Lokomotiven nichts besonderes.

Mit den geschilderten Formen ist die vierfach gekuppelte Personenzuglokomotive noch nicht am Ende ihres Entwicklungsganges angelangt. Ein Blick auf die Bahnen Nordamerikas zeigt uns, wie dort schon seit einigen Jahren die 2 D 1 Personenzuglokomotive immer gröfsere Bedeutung erlangt hat.

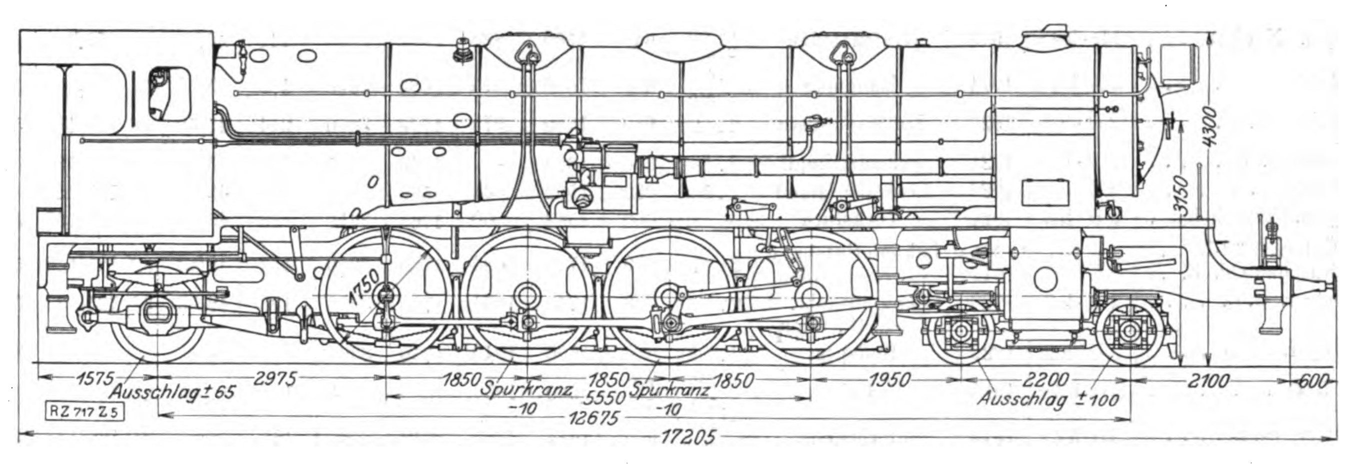



Abb. 2. 2 D 1 - h 4 Verbundlokomotive der Spanischen Nordbahn.

Schüttelrost, in seinem vorderen Teil als Kipprost ausgebildet. Der Überhitzer ist nur dreireihig. Die Westinghouse-Bremse wirkt einseitig von vorn auf alle Kuppelräder.

Vermöge ihrer Symmetrie eignet sich die 1 D 1-Bauart vorzüglich zur Ausführung als Tenderlokomotive. Vor allem im Vorortverkehr, wo schwere Züge oft und rasch beschleunigt werden müssen, genügt die lange Zeit so beliebte 1 C 1 Lokomotive nicht mehr. So sehen wir, wie in Deutschland für diesen Dienst die T 14 immer gröfsere Verbreitung erlangt, obwohl sie in der Hauptsache für Güterzüge bestimmt ist und den erwähnten Dienst nur in Ermanglung einer geeigneten 1 D 1 Personenzuglokomotive versieht. Im folgenden sollen noch einige solcher Personenzuglokomotiven erwähnt werden, die einander alle sehr ähnlich sind. Es ist dies die 1 D 1 - h 2 Lokomotive der Französischen Ostbahn (Ordn.-Nr. 33), gebaut 1911 in den Werkstätten in Epernay, die 1 D 1 - h 2 Lokomotive der Paris-Orléans-Bahn (Ordn.-Nr. 34), gebaut 1923 von der Elsäfsischen Maschinenbau - Gesellschaft in Grafenstaden, die 1 D 1 - h 2 Lokomotive der Ungarischen Staatsbahn (Ordn.-Nr. 35)*), gebaut 1917 in Budapest sowie die 1 D 1 - h 2 Lokomotive der Portugiesischen Eisenbahn-Gesellschaft (Ordn.-Nr. 36), gebaut 1914 von Schwartzkopff in Berlin. Alle Lokomotiven haben Blechrahmen und schmale zwischen den

*) Organ 1919, S. 158.

Derselbe Weg ist nun in jüngster Zeit auch in Europa eingeschlagen worden. In Deutschland wird diese Entwicklung durch die neuerliche Erhöhung des gröfsten zulässigen Achsdrucks auf 20 t hintangehalten. Damit lassen sich genügend grofse Kessel noch auf sechs Achsen unterbringen, besonders wenn man im Interesse der Wirtschaftlichkeit auf den Bergstrecken mit den Geschwindigkeiten nicht allzu hoch gehen will. Trotzdem ist auch hier schon der Gedanke an eine 2 D 1 Lokomotive aufgetaucht. In Frankreich und Spanien dagegen ist man der 4/7 gekuppelten Lokomotive in der amerikanischen 2 D 1-Mountain-Form schon nähergetreten. Die Paris-Lyon-Mittelmeerbahn ist auch hier wieder vorangegangen (Ordn.-Nr. 28) und zu gleicher Zeit, zu Anfang 1925 hat auch die Französische Ostbahn in ihren Werkstätten in Epernay eine solche Lokomotive fertiggestellt (Ordn.-Nr. 29), nachdem sie vorher mehr als 20 Jahre lang selbst ihre schwersten Schnellzüge mit 2 C-Lokomotiven befördert hatte. Beide Lokomotiven werden zur Zeit eingehenden Versuchsfahrten unterworfen. Eine dritte 2 D 1 Lokomotive ist bei der Hanomag für die Spanische Nordbahn im Bau (Ordn.-Nr. 30; Textabb. 2).

Die in jeder Beziehung äufserst bemerkenswerte Lokomotive der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn ist in Textabb. 3 dargestellt und soll im folgenden noch näher beschrieben werden. Die Unterlagen dazu haben die Erbauerin, die Firma Schneider in

Zusammen-

| Ordn.-Nr. | Bahnverwaltung | Type | 1. Baujahr | Baufirma | Zylinderdurchmesser d, $d_1$ mm | Kolbenhub h mm | Durchmesser d. Treibräder D mm | Durchmesser der Laufräder vorn/hinten mm | Kesseldurchmesser, größter, innen mm | Kesselmitte über Schienenoberkante mm | Heizrohre Anzahl St. | Heizrohre Durchmesser mm | Rauchrohre Anzahl St. | Rauchrohre Durchmesser mm | Rohrlänge mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **A. Schlepptender-** | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | PLM ........ | D-n 4 v | 1893 | Baudry | 2.360/2.590 | 650 | 1500 | — | — | 2260 | 139 | 60/65 Serve | — | — | 3000 |
| 2 | Bulg. St. B. ..... | 1 D-n 4 v | 1913 | Henschel | 2.400/2.640 | 650 | 1450 | 850 | 1680 | 2975 | 308 | 47/52 | — | — | 4600 |
| 3 | Ital. St. B. ..... | 1 D-h 2 | 1913 | Breda | 2.580 | 720 | 1630 | 960 | 1590 | 2950 | 154 | 47/52 | 21 | 125/133 | 5800 |
| 4 | Great Western B. . | 1 D-h 2 | 1919 | Swindon | 2.483 | 762 | 1727 | 965 | 1676 (außen) | 2648 | 176 | 46/51 | 14 | 121/130 | 4632 |
| 5 | Span. Nord-B. ... | 1 D-h 2 | 1921 | Hanomag | 2.610 | 650 | 1560 | 860 | 1600 | 2500 | 173 | 45/50 | 24 | 124/138 | 5000 |
| 6 | PLM ........ | 2 D-n 4 v | 1907 | Batignolles | 2.360/2.600 | 650 | 1500 | — | 1550 | 2600 | 146 | 70 außen Serve | — | — | 4250 |
| 7 | Norweg. St. B. ... | 2 D-h 4 | 1910 | Winterthur | 4.380 | 600 | 1350 | 988 | — | — | 135 | 46/51 | 21 | 125/133 | 4600 |
| 8 | Norweg. St. B. ... | 2 D-h 4 v | 1912 | Nydquist u. Holm | 2.390/2.585 | 600 | 1350 | 988 | — | — | — | — | — | — | — |
| 9 | MZA......... | 2 D-h 2 | 1913 | Henschel | 2.580 | 660 | 1400 | 830 | 1800 | 2900 | 214 | 45/50 | 27 | 125/133 | 5000 |
| 10 | Span. Nord-B. ... | 2 D-h 4 v | 1913 | Grafenstaden | 2.400/2.620 | 640 | 1560 | 860 | — | — | 144 | 50/55 | 24 | 125/133 | 5300 |
| 11 | MZA......... | 2 D-h 4 v | 1914 | Hanomag | 2.420/2.640 | 650 | 1600 | 975 | 1680 | 3000 | 185 | 45/50 | 24 | 130/138 | 5250 |
| 12 | MZA......... | 2 D-h 2 | 1920 | La Maquinista | 2.620 | 660 | 1600 | 975 | 1800 | 3050 | 214 | 45/50 | 26 | 125/133 | 5000 |
| 13 | Andalus. B. ..... | 2 D-h 2 | 1921 | Schwartzkopff | 2.560 | 660 | 1620 | — | 1449 | 2595 | 143 | 45/50 | 24 | 125/133 | 4750 |
| 14 | MZOV ....... | 2 D-h 2 | 1922 | Linke-Hofmann | 2.560 | 660 | 1562 | 838 | 1500 | 3000 | 133 | 45/50 | 22 | 119/127 | 5000 |
| 15 | Span. Versuchslok. . | 2 D-h 3 | 1921 | Yorkshire | 3.520 | 660 | 1562 | 860 | 1765 | 2950 | 218 | 45/50 | 27 | 125/133 | 5000 |
| 16 | {Österr. Süd-B. . . / Kaschau-Od. B. .} | 2 D-h 2 | {1915 / 1917} | Lokomotivfabr. d. St.-E.-G., Wien | 2.610 | 650 | 1740 | 1034 | 1760 | 3250 | 153 | 48/53 | 32 | 125/133 | 5200 |
| 17 | Österr. B. B. .... | 2 D-h 2 | 1923 | Lokomotivfabr. d. St.-E.-G., Wien | 2.560 | 720 | 1740 | 1034 | 1760 | 3250 | 153 | 48/53 | 32 | 125/133 | 5200 |
| 18 | Ungar. St. B. .... | 2 D-h 2 | 1922 | Budapest | 2.600 | 660 | 1606 | 1040 | 1750 | 3300 | — | — | — | — | 5000 |
| 19 | PLM ......... | 1D1-h 4 v | 1913 | Cail | 2.510/2.720 | 650/700 | 1660 | 1000 | 1680 | 2905 | 143 | 51/55 | 28 | 125/133 | 5990 |
| 20 | Öterr. St. B. ..... | 1D1-h 4 v | 1914 | Floridsdorf | 2.450/2.690 | 680 | 1614 | 1034/1034 | 1757 | 3060 | 164 | 48/53 | 24 | 125/133 | 4700 |
| 21 | Paris-Orléans-B. . . | 1 D 1-h 2 | — | Amerik. Lok.-Ges. | 2.620 | 700 | 1650 | — | 1640 | 2800 | — | — | 26 | — | 6100 |
| 22 | Griechenland .... | 1 D 1-h 2 | 1915 | Amerik. Lok.-Ges. | 2.584 | 660 | 1524 | — | — | — | — | — | — | — | 5791 |
| 23 | Span. Nord-B. ... | 1 D 1-h 2 | 1917 | Amerik. Lok.-Ges. | 2.584 | 641 | 1560 | — | — | — | 148 | 45/50 | 28 | 127/133 | 5762 |
| 24 | Sächs. St. B. .... | 1D1-h 4 v | 1918 | Hartmann | 2.480/2.720 | 630 | 1905 | 1065/1261 | 1790 | 2950 | 156 | 52/57 | 28 | 124/138 | 5800 |
| 25 | Preufs. St. B. .... | 1 D 1-h 3 | 1922 | Borsig | 3.520 | 660 | 1750 | 1000/1100 | 1840 | 3000 | 138 | 50/55 | 34 | 125/133 | 5800 |
| 26 | Ital. St. B. ...... | 1D1-h 4 v | 1921 | Breda | 2.490/2.720 | 680 | 1880 | 1110/1250 | 1800 | 2900 | 180 | 47/52 | 27 | 125/133 | 5800 |
| 27 | Franz. St. B .... | 1 D 1-h 2 | 1921 | Grafenstaden | 2.620 | 700 | 1650 | 850/1230 | 1720 | 2850 | 151 | 50/55 | 24 | 125/133 | 5800 |
| 28 | PLM ........ | 2D1-h 4v | 1924 | Le Creuzot | 2.510/2.720 | 650/700 | 1790 | 1000/1360 | 1994 | 2900 | 147 | 50/55 | 40 | 125/138 | 5987,5 |
| 29 | Franz. Ost-B. .... | 2D1-h 4v | 1925 | Epernay | | | | | | | | | | | |
| 30 | Span. Nord-B. ... | 2D1-h 4v | 1925 | Hanomag | 2.460/2.700 | 680 | 1750 | 860/1220 | 1950 | 3150 | 155 | 50/55 | 30 | 125/133 | 5762 |
| | **B. Tender-** | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | Span. Nord-B. ... | 2 D 2-h 4 v | 1913 | Grafenstaden | 2.400/2.620 | 640 | 1560 | 860 | 1560 | 2750 | 141 | 45/50 | 24 | 125/133 | 4650 |
| 32 | Franz. Süd-B. .... | 2 D-h 2 | 1913 | Belfort | 2.630 | 640 | 1600 | 900 | 1598 | 2750 | 14/65 | 45/50 / 65/70 | 24 | 125/133 | 4200 |
| 33 | Franz. Ost-B. .... | 1 D 1-h 2 | 1911 | Epernay | 2.550 | 660 | 1580 | 920 | 1550 | 2690 | 137 | 44/49 | 21 | 125/133 | 4200 |
| 34 | Paris-Orléans-B. . . | 1 D 1-h 2 | 1923 | Grafenstaden | 2.620 | 700 | 1650 | 1050 | — | 2900 | 134 | 45/50 | 21 | 125/133 | 4400 |
| 35 | Ungar. St. B. .... | 1 D 1-h 2 | 1917 | Budapest | 2.570 | 650 | 1606 | 950 | 1680 | 2900 | 27 | 47/52 | 120 | 70/76 | 4000 |
| 36 | Portug. Eisenb.-Ges. | 1 D 1-h 2 | 1914 | Schwartzkopff | 2.580 | 640 | 1520 | 900 | — | — | 133 | 45/50 | 26 | 118/127 | 4500 |

stellung.

| Heizfläche | | | | Rostfläche R | Kesselüberdruck p | Achsstand | | | | Gewicht | | | Tender | | | | Quellen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Feuerbüchse | Rohre | Überhitzer | im ganzen H | | | fest | gekuppelt | ganz | Lok.-Tender | Leergew. $G_l$ | Reibungsgew. $G_1$ | Dienstgew. G | Zahl d. Achsen | Vorrat an Wasser | Vorrat an Brennstoff | Dienstgew. | |
| qm | qm | qm | qm | qm | at | mm | mm | mm | mm | t | t | t | | cbm | t | t | |
| **lokomotiven.** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10,0 | 143,0 | — | 153,0 | 2,5 | 15 | 1680 | 5820 | 5820 | — | 49,9 | 55,0 | 55,0 | 3 | — | — | — | Jahn, Die Dampflok., S. 292. |
| 13,7 | 213,0 | — | 226,7 | 3,96 | 15 | 3300 | — | 7780 | — | 63,8 | 57,0 | 71,2 | 3 | 17 | 9 | 42,4 | |
| 12,0 | 179,8 | 50,5 | 242,3 | 3,5 | 12 | 3540 | 5590 | 8190 | — | 63,25 | 58,0 | 70,0 | 4 | 22 | 6 | 49,6 | E. T. G. II. S. 1094.<br>Organ 1913, S. 442. |
| 14,4 | 156,7 | 30,7 | 201,8 | 2,57 | 15,8 | 4115 | — | 8915 | 17317 | 73,3 | 69,1 | 78,9 | 3 | 15,9 | — | — | Organ 1920, S. 242. |
| 184,5 | | 46,7 | 231,2 | 3,05 | 12 | 3500 | — | 7850 | 14715 | 67,0 | 61,0 | 74,0 | 3 | 14 | 6 | 36,5 | Han. Nachr. 1921, S. 224. |
| 15,9 | 231,3 | — | 247,2 | 3,1 | 16 | 3300 | 5500 | 9250 | — | 69,1 | 60,1 | 75,7 | 3 | — | — | — | Organ 1911, S. 52 und 387. |
| 9,7 | 126,6 | 37,8 | 174,1 | 2,7 | 12 | 3400 | 3400 | 8450 | — | 58,2 | 47,5 | 64,4 | 4 | 15 | 4 | 35,6 | E. T. G. II, S. 1098.<br>Schweiz. Bauzeit. 1924, Bd. 84, S. 235. |
| 149,1 | | 39,7 | 188,8 | 2,7 | 13 | 3400 | 3400 | 8450 | — | — | 47,5 | 68,0 | 4 | 15 | 4 | 35,6 | Igel, Tafel V. |
| 14,1 | 203,5 | 60,6 | 278,2 | 3,9 | 12 | 3200 | 4800 | 8700 | — | 69,9 | 58,3 | 78,6 | 3 | 14 | 4 | 36,3 | Garbe, 2. Aufl., S. 483.<br>Igel, S. 531. |
| 14,9 | 169,8 | 56,0 | 240,7 | 4,1 | 16 | 5100 | 5100 | 8950 | — | 70,7 | 61,0 | 78,7 | — | — | — | — | Han Nachr. 1915, S. 5. |
| 14,7 | 186,5 | 57,0 | 258,2 | 4,1 | 16 | 3400 | 5700 | 9700 | — | 79,0 | 60,0 | 88,0 | 4 | 25 | 6 | 56,0 | Organ 1915, S. 296.<br>Han. Nachr. 1915, S. 1. |
| 16,4 | 202,35 | 58,5 | 277,25 | 4,56 | 14 | 3400 | 5700 | 9550 | 17770 | 77,4 | 63,6 | 86,6 | 4 | 25 | 6 | 55,8 | Organ 1923, S. 231.<br>Die Lok. 1923, S. 135. |
| 14,1 | 140,6 | 45,0 | 199,7 | 3,5 | 13 | 3900 | 5850 | 9600 | 17515 | 60,6 | 49,8 | 66,8 | 4 | 15 | — | — | Igel, S. 512. |
| 151 | | 44,0 | 195,0 | 3,6 | 12 | 3400 | 5100 | 8950 | 17310 | 62,4 | 52,3 | 68,5 | 4 | 14 | 6 | 43,8 | Die Lok. 1924, S. 118. |
| 246 | | 47,1 | 293,1 | 4,65 | 13 | 3400 | 5700 | 9700 | — | 79,45 | 62,0 | 88,0 | 4 | 22 | 7,1 | 51,8 | The Engineer 1922, S. 134.<br>Die Lok. 1924, S. 116. |
| 16,1 | 184,24 | 75,4 | 273,78 | 4,47 | 14 | 3700 | 5550 | 9540 | 17174 | 78,0 | 60,0 | 86,2 | 4 | 27 | 7,5 | 55,5 | E. T. G. II. S. 1173.<br>Organ 1919, S. 95. |
| 16,1 | 184,24 | 75,4 | 273,78 | 4,46 | 15 | 3700 | 5550 | 9540 | 17174 | 77,0 | 59,44 | 85,2 | 4 | 27 | 7,5 | 55,5 | Die Lok. 1924, S. 191. |
| 17,3 | 181,0 | 68,5 | 266,8 | 4,45 | 13 | 3600 | 5400 | 9500 | 17340 | — | 58,0 | 83,5 | 4 | 24 | 9 | 57,4 | Schweiz. Bauzeit. 1924, Bd. 84, S. 146.<br>Z. V. d. E. V. 1924, Nr. 46. |
| 15,7 | 204,6 | 70,6 | 290,9 | 4,25 | 16 | 5400 | 5400 | 11050 | 18525 | 85,2 | 71,0 | 94,6 | 3 | 23 | 8 | 51,4 | Organ 1916, S. 304. |
| 15,5 | 175,6 | 49,4 | 240,5 | 4,6 | 15 | 5070 | 5070 | 9450 | 17436 | 79,5 | 58,0 | 86,7 | 4 | 21 | 10,9 | 52,6 | Organ 1915, S. 328. |
| 243,0 | | 58,0 | 301,0 | 4,8 | 12 | 5180 | 5180 | 11300 | — | — | 69,0 | 91,0 | 3 | 20 | 6 | 46,3 | Schweiz. Bauzeit. 1924, Bd. 84, S. 144. |
| 13,9 | 174,7 | 42,6 | 231,2 | 3,22 | 12 | — | — | — | — | — | 59,8 | 85,1 | — | — | — | — | Organ 1916, S. 271. |
| 15,3 | 205,4 | 59,4 | 280,1 | 4,1 | 12,7 | 5953 | 5953 | 10007 | — | 76,2 | 59,2 | 85,8 | — | — | — | — | Igel, S. 530. |
| 15,5 | 211,1 | 74,0 | 300,6 | 4,5 | 15 | 4000 | 6000 | 11960 | 19194 | 90,3 | 68,6 | 99,9 | 4 | 31 | 7 | 62,8 | Organ, 1921, S. 9 und 1925, S. 8. |
| 17,5 | 203,2 | 82,0 | 302,7 | 4,0 | 14 | 4000 | 6000 | 11600 | 19300 | 100,4 | 75,7 | 110,4 | 4 | 31,5 | 7 | 64,9 | Organ 1925, S. 9.<br>Glas. Ann. 1922, H. 1089/1090. |
| 17,0 | 220,0 | 67,0 | 304,0 | 4,3 | 14 | 3960 | 5940 | 11240 | 20160 | 85,0 | 66,0 | 93,0 | 4 | 22 | 6 | 49,6 | Organ 1925, S. 15.<br>Die Lok. 1924, S. 161. |
| 15,1 | 192,3 | 48,0 | 255,4 | 3,8 | 12 | 5350 | 5350 | 10920 | — | 78,25 | 65,15 | 86,0 | — | — | — | — | Igel, S. 506. |
| 23,7 | 232,0 | 113,9 | 369,6 | 5,0 | 16 | 5850 | 5850 | 13100 | — | 104,69 | 74,0 | 116,86 | 4 | 30 | 7 | c. 68 | |
| 27,25 | 206,10 | 87,0 | 315,35 | 5,0 | 16 | 5550 | 5550 | 12675 | c. 23000 | 93,0 | 64,0 | 103,0 | — | 25 | — | — | |
| **lokomotiven.** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14,4 | 136,5 | 48,3 | 199,2 | 3,17 | 16 | 5100 | 5100 | 12750 | — | 79,3 | 63,5 | 99,2 | — | 10 | 3,5 | — | Organ 1913, S. 357. |
| 15,7 | 147,5 | 44,6 | 207,8 | 3,1 | 12 | 3800 | 5550 | 9350 | — | 75,0 | 72,0 | 95,7 | — | 10 | 4 | — | E. T. G. II, S. 1086. |
| 11,9 | 115,3 | 36,5 | 163,7 | 2,4 | 14 | 5100 | 5100 | 9840 | — | 70,5 | 58,55 | 87,59 | — | 7,9 | 3,5 | — | Die Lok. 1914, S. 274. |
| 14,45 | 121,21 | 41,0 | 176,66 | 2,73 | 12 | 5350 | 5350 | 10790 | — | 78,92 | 71,62 | 99,22 | — | 10 | 4,5 | — | |
| 16,2 | 132,1 | 63,7 | 212,0 | 2,77 | 12 | 1800 | 5400 | 10700 | — | 67,3 | 57,8 | 86,0 | — | 12 | 5 | — | Organ 1919, S. 158. |
| 11,9 | 128,0 | 48,5 | 188,4 | 2,8 | 12 | 1750 | 5250 | 10250 | — | 70,8 | 66,0 | 88,4 | — | 8 | 3 | — | E. T. G. II, S. 1109. |

le Creuzot und die Bahngesellschaft in entgegenkommender Weise zur Verfügung gestellt. Wie die Textabbildung zeigt, weicht die Anordnung des Lauf- und Triebwerks einmal vollständig von der doch am nächsten liegenden amerikanischen Bauform, aber eben so sehr auch von allen bisherigen europäischen 2 C 1- und 2 D-Bauarten ab, die etwa als Anlehnung hätten dienen können. Das für eine 2 D 1 Lokomotive sehr weit nach vorn geschobene Schwanenhals-Drehgestell hat beiderseits 61 mm Ausschlag; die vier Kuppelachsen sind sämtlich fest im Hauptrahmen gelagert, der nach französischer Bauweise aus 28 mm

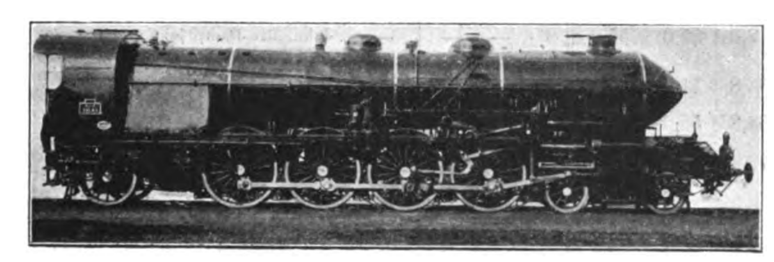


Abb. 3. 2 D 1-h 2 Lokomotive der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn.

starken Blechen gebildet wird. Bei den beiden mittleren Kuppelachsen sind die Reifen um 21 mm zurückgedreht. Die hintere Bissel-Achse hat beiderseits 96 mm Ausschlag und, wie auch das Drehgestell, Rückstellung mittels Keilflächen. Die Lokomotive vermag so Krümmungen mit Halbmessern bis herab zu 150 m zu durchfahren. Die Federn der Kuppelachsen sitzen unter, die der Bissel-Achse über den Achslagern. Die Zylinderanordnung ist gerade umgekehrt wie bei der Bauart de Glehn. Die Hochdruckzylinder liegen zwischen den Rahmen über der zweiten Achse und treiben die zweite Kuppelachse an, die Niederdruckzylinder dagegen liegen aufsen in Drehgestellmitte und wirken auf die erste Kuppelachse. So erklärt sich das nach vorn geschobene Drehgestell, um wenigstens einigermafsen genügend lange Treibstangen zu erhalten. Warum gerade diese Bauart gewählt worden ist, die doch die ohnedies lange Lokomotive noch verlängern mufste, ist nicht klar. Wären die inneren Hochdruckzylinder aus der Drehgestellmitte nach vorn statt nach hinten verschoben worden, wie dies bei der 2 C 1 Lokomotive der Bahn der Fall ist, so hätte sich unter Vertauschung der Treibachsen ein gedrängterer Zweiachsantrieb ergeben. Die Lastverteilung konnte dagegen kein Hindernis bilden, da sich ja durch Veränderung der ohnedies vorhandenen Verbrennungskammer der Kesselschwerpunkt leicht verschieben liefs. Die Gegenkurbeln sind auf die Zapfen der zweiten Kuppelachse in der dem amerikanischen Lokomotivbau eigenen Weise aufgeklemmt. Die Bewegung der Hochdruckschieber wird aufsen von der Schieberschubstange abgeleitet. Dabei ist für die innere Steuerung zwar die Schwinge, nicht aber der Voreilhebel gespart worden. Hoch- und Niederdruckschieber mit 240 und 360 mm Durchmesser haben innere Einströmung. Zum Druckausgleich dienen dampfgesteuerte, selbsttätige Umlaufventile amerikanischer Bauart. Starken amerikanischen Einflufs zeigt auch der Kessel. Trotz der Verwendung einer Verbrennungskammer hat die Rauchkammer noch eine Länge von beinahe drei Meter erhalten. Der Langkessel besteht aus zwei Schüssen, deren hinterer, kegelförmiger den Dom mit einem zweisitzigen Ventilregler trägt. Hinter dem Dom sitzen zwei Pop-Ventile von je 110 mm Durchmesser. Die Decke des Stehkessels ist nach hinten geneigt. Der Grofsrohrüberhitzer besteht aus 40 Schlangen von 31/38 mm Durchmesser. Die Feuerbüchse aus Kupfer ist innen 3,73 m lang und 2,47 m breit und enthält einen 1,2 m langen Feuerschirm. Sie hat 14 mm starke Wände, die Rohrwand aus Eisen ist 20 mm stark, die Stehkesselseitenwände 14 mm, die Vorderwand 22 mm und die Hinterwand 15 mm. Der vordere und hintere Kesselschufs bestehen aus 20 bzw. 22 mm starken Blechen. Der auf dem Kessel sitzende Sandkasten streut mittels Dampf bei Vorwärtsfahrt vor die beiden vorderen, bei Rückwärtsfahrt nur vor die zweite Kuppelachse. Die Westinghouse-Bremse mit Zusatzbremse wirkt einklötzig auf sämtliche Räder mit Ausnahme der Bissel-Achse. Die erforderliche Luft wird von einer Doppel-Verbundpumpe geliefert. Von der sonstigen Ausrüstung ist zu erwähnen eine Schmiervorrichtung mit Niederschlag für fünf Auslässe, der Flaman-Geschwindigkeitsmesser und endlich noch eine Einrichtung zum selbsttätigen Anzeigen und Aufzeichnen von Haltesignalen. Im übrigen zeigt die Lokomotive die üblichen Bauformen der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn. Von jeher hat diese Bahn besondere Vorliebe für windschneidenartige Ausbildung aller nur möglichen Teile, von der Rauchkammertür bis zum Führerhaus, gezeigt. Bei der neuen Lokomotive scheint indes diese ganze Vorliebe auf eine stromlinienartige Zuspitzung der Rauchkammervorderwand vereinigt worden zu sein, die in dieser ausgeprägten Form in Deutschland schon wieder verlassen ist und ungewohnt wirkt.

Der zugehörige Tender fafst 30 cbm Wasser und 7 t Kohle. Lokomotive und Tender haben zusammen eine Länge von über 25 m und wiegen betriebsfähig 185 t. Die Lokomotive soll auf der Strecke von Les Laumes nach Blaizy Bas, die im Zuge der Hauptlinie Paris — Marseille liegt und bei einer durchschnittlichen Steigung von 5,4 $^0/_{00}$ eine 16 km lange Rampe von 8 $^0/_{00}$ aufweist, Schnellzüge von 600 t Gewicht mit einer Geschwindigkeit von 75 bis 80 km/Std. befördern, d. h. etwa 100 t mehr als die Deutsche P 10 Lokomotive. Letztere dürfte ihr aber bei kleineren Geschwindigkeiten vermöge ihres gröfseren Reibungsgewichts überlegen sein.

Mit diesen 2 D 1 Lokomotiven ist die Reihe der europäischen vierfach gekuppelten Personenzuglokomotiven erschöpft. Noch nie ausgeführt als Schlepptenderlokomotive in Europa — in Amerika haben die Lima-Werke vor kurzem eine solche Lokomotive für die Boston und Albany Bahn geliefert — und auch sehr selten als Tenderlokomotive ist die Bauart 1 D 2. Und doch würde gerade sie sich gut eignen für die Verhältnisse auf den europäischen Bahnen, wo man wegen der geringeren Belastung der Schleppachse gegenüber dem amerikanischen Lokomotivbau sehr behindert ist. Die Gründe, die einst G ö l s d o r f zum Bau seiner 1 C 2 Schnellzuglokomotive veranlafst haben, treffen bei der vierfach gekuppelten Personenzuglokomotive noch in erhöhtem Mafs zu. Die 2 D 1 Lokomotive dürfte bei uns kaum ohne Verbrennungskammer zu entwerfen sein; die Bauart 1 D 2 macht wegen ihrer geringeren Längenentwicklung eine solche überflüssig. Will man zudem bei hoher Abbremsung zur Unter-

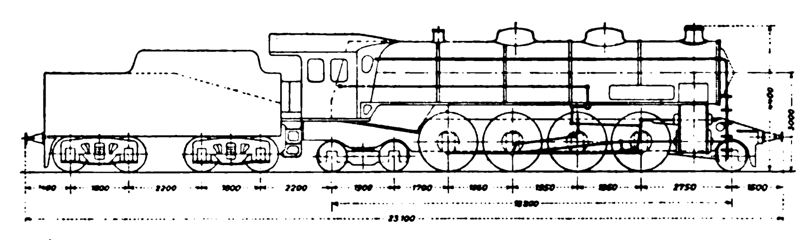


Abb. 4. 1 D 2-h 2 Lokomotive.

bringung der hierzu erforderlichen Bremsgehänge die Achsen weit auseinanderziehen, wie dies bei der Deutschen Reichsbahn jetzt überall vorgesehen ist, so wird die 2 D 1-Bauart noch länger und vollends unmöglich. In Textabb. 4 ist der Entwurf einer 1 D 2 Personenzuglokomotive nach einem schweizerischen Vorschlag*) wiedergegeben. Die Lokomotive hat vorderes Kraufs-Gestell, die beiden hinteren Laufachsen bilden ebenfalls

*) Schweiz. Bauzeit. 1924, Bd. 84, S. 145.

ein Drehgestell. Ersetzt man noch dieses Drehgestell, das der Durchbildung des Aschenkastens hinderlich ist, nach einem früheren Vorschlag der Hanomag durch eine hintere, radial einstellbare und eine weiter vorn liegende, seitenverschiebbare Laufachse, so erhält man die natürliche Weiterbildung der 1 D 1-Bauart durch Vergröfserung des Kessels nach hinten zur 1 D 2 Lokomotive und damit wohl die für europäische Verhältnisse leistungsfähigste Personen- bzw. Schnellzuglokomotive.

## Isolierschichten im Eisenbahngleis.

Die aufserordentlichen Anforderungen, die der neuzeitliche Kraftwagenverkehr an die Wege stellt, hat in einer Reihe von Ländern, insbesondere in solchen, die über gröfsere Geldmittel verfügen, wie z. B. Amerika, im Wegebauwesen umwälzend gewirkt. Es sind damit vereinzelt auch ganz neue Gesichtspunkte zur Geltung gekommen, aus denen auch der Eisenbahnbau manches lernen und schöpfen kann. So hat sich als eine auch vom Kostenpunkt aus sehr wichtige Frage die Anordnung von sogenannten »Isolierschichten« erwiesen. Diese sollen den Lehm, Ton usw. des Untergrundes daran hindern, in die Fahrbahnschichte emporzusteigen und sich einzusaugen. Man hat schon mit verschiedenen Mitteln versucht, diesen Auftrieb fernzuhalten, mit Reisig, mit Tonsand, Kiessand u. a. Aufser der Wahl des Isolierstoffes spielt auch seine Stärke eine ausschlaggebende Rolle. Die Entwässerung der Fahrbahn gewinnt unter diesem Gesichtspunkte an Bedeutung. Die Untersuchung der im Untergrund vorhandenen Lehm-, Ton- usw.-Arten wird damit wichtig und es erschliefst sich ein umfangreiches Feld notwendiger Erhebungen*).

Es ist zu verwundern, dafs diese gleiche Frage nicht längst auch schon dringender im Eisenbahnoberbau aufgetaucht ist. Sie ist auch hier, zumal bei der ständigen Zunahme der dynamischen Wirkungen, der Vergröfserung der Lasten und Geschwindigkeiten von durchgreifender Bedeutung. Die elastischen Durchbiegungen des Oberbaues einschliefslich der Bettung, die sich bis in die Unterlage der Bettung fortsetzen, haben, insbesondere wenn diese Unterlage unter Einwirkung der Feuchtigkeit vorübergehend ihre elastischen Eigenschaften einbüfst und plastisch wird, die Folge, unter den verkehrenden Lasten ein förmliches Aufpumpen und Emporsteigen dieser Untergrundschichten hervorzurufen. Jeder Oberbaufachmann kennt zur Genüge die Erscheinungen der sog. Spritzstöfse, Schlammpumpen, der Verschlämmung, des Suppens oder wie sie noch heifsen, an allen den Stellen des Gleises, wo sich die dynamischen Wirkungen des Verkehrs bemerkbar machen, also besonders an den Schienenstöfsen. Auch aufserhalb der Schienenstöfse ist mit der Zeit, wenn auch langsamer, ein Aufsteigen der Schichten des Untergrundes in die Bettung zu beobachten. Wenn wir an alten Gleisen oft einen trostlosen Zustand einer durch und durch verschmutzten Bettung bemerken, so ist es meist üblich, die Schuld auf frühere Unterlassungssünden der Bahnunterhaltung zu schieben. Bis zu einem gewissen Grade geschieht dies auch zweifellos zu Recht, denn man hat erst mit der Zeit die grofse Wichtigkeit der Bettung erkannt und ist erst allmählich auf die Verwendung besserer und wertvollerer Stoffe in reichlicherem Umfange übergegangen. Aber in manchen Fällen tun wir unseren Vorgängern wohl auch unrecht, denn es liegt hier ein organischer Vorgang zwischen Bettung und Untergrundschichten vor, welch letztere mehr oder weniger plastische Eigenschaften haben oder annehmen können, allmählich in die Bettung aufsteigen und an manchen Stellen, z. B. an Spritzstöfsen sogar an der Oberfläche zum Vorschein kommen können.

Nun sind diese Erscheinungen in unserem Schriftum nicht ganz unbeachtet geblieben. Vor allem hat Schubert in der Zeitschrift für Bauwesen 1889, S. 555 der Sache eingehende Erörterung und Modellversuche gewidmet. Er hat auch seinerseits wieder einiges frühere Schrifttum angeführt. Hauptsächlich ist er zu seinen Äufserungen durch schlechte Erfahrungen an dem ja jetzt so gut wie verlassenen Langschwellenoberbau gekommen. Neuerdings hat Czygan im Zentralblatt der Bauverw. 1922, Nr. 5 in einem Aufsatz »Der Mergel als Feind des Eisenbahnoberbaues« an Hand eines bestimmten Falles die Verhältnisse eingehend dargelegt. Alle Hinweise für Abhilfe gehen darauf hinaus, an den besonders betroffenen Stellen das Planum auf grofse Tiefen bis zur Grabensohle herauszunehmen und durch irgend einen die Aufquellung verhindernden, isolierenden Stoff, im allgemeinen Sand, zu ersetzen. Es ist das eine Mafsnahme, die schon ihrer wirtschaftlichen Tragweite wegen sich nur auf einzelne beschränkte Streckenabschnitte beziehen kann und die wohl auch unter Regelumständen über das Ziel hinausschiefst. Auch eine Verstärkung der kostspieligen Bettungsschichte auf lehmigen, zu Aufquellungen geneigtem Untergrund ist eine Mafsnahme, deren Wirtschaftlichkeit anzuzweifeln ist. Wir sind ja überhaupt, durch einseitige theoretische Anschauungen verleitet, allzusehr geneigt, mit einer besonderen Aufgabe und Bestimmung der eigentlichen Bettung zu rechnen. Wir nehmen z. B. eine »Bettungsziffer« als Ausdruck der elastischen Auflagerung des Oberbaues und übersehen gerne, dafs sich der Untergrund an dieser elastischen Auflagerung in der Regel nicht unwesentlich beteiligt und dafs wir statt »Bettungsziffer« richtiger »Untergrundsziffer« zu sagen hätten.

Wie in Ausnahmefällen unter verhältnismäfsig grofsen Mittelaufwendungen geholfen werden kann, darüber möchte aus dem angegebenen Schrifttume Rats zu erholen sein. Das, was mit diesen Zeilen angeregt werden möchte, ist, dafs ganz allgemein, wo das Planum aus aufquellenden Stoffen wie Lehm, Mergel, Ton usw. besteht — je nach Gegend und geologischer Bildung wird es sich oft um weit ausgedehnte Strecken handeln — von vornherein im Regelquerschnitt eine unter Umständen gestampfte Isolierschichte von vielleicht bis zu 20 cm Höhe vorgesehen werden möchte. Als Stoffe könnte aufser den oben für Wege angegebenen vielleicht auch Torfmoor in Frage kommen (vergl. Zentralbl. d. B. Verw. 1925, S. 190/1). Ich habe schon vereinzelt gelegentlich Gleisumbauten Versuche mit solchen Isolierschichten, in Verbindung mit welchen natürlich eine gute Entwässerung statthaben müfste, anstellen lassen. Sie versprechen Gutes, sind aber geringen Umfangs und gehen auf viel zu kurze Zeit zurück, um schon zuverlässige Ergebnisse erkennen zu lassen. Vielleicht gelingt es, mit diesen Zeilen die Aufmerksamkeit auf diese Isolierungen zu richten und auch anderweitig zu Versuchen mit laufenden Mitteln ohne grofsen Aufwand anzuregen.

Dr. Saller.

*) Nach dieser Richtung verdient aus neuestem Schrifttum ein Artikel von A. T. Goldbeck, Vorstand der Prüfungsabteilung am Bureau of Public Roads, erwähnt zu werden. Er weist darauf hin, dafs die Erd- und Lehmarten, die man im Untergrund antrifft, ihrer Natur nach höchst wechselnd sich verhalten: ein Teil zieht sich zusammen und reifst beim Trocknen, um dann wieder aufzuquellen, wenn er feucht wird. Andere saugen wesentliche Mengen Feuchtigkeit durch Kapillarität auf und sind dann ganz ungeeignet, irgend eine Belastung aufzunehmen. Andere wieder bleiben verhältnismäfsig trocken, sind sehr fest und zeigen weder Veränderung im Rauminhalt noch auch in der Tragfähigkeit. Zwischen diesen Grenzen wechseln die Eigenschaften des Baustoffes und es erhebt sich nun die Frage, wo die Grenze zwischen gutem und schlechtem Untergrundmaterial liegt. Um den Lehm zu verhindern, in die Bettung aufzusteigen, wird gewöhnlich Schlacke angewendet, an vielen Stellen zeigte sich auch gewöhnlicher Kiessand oder Asche als gut und in einem Falle mischte man Zement in den Untergrund. Zäher, plastischer Lehm wird durch Zusatz und Beimischung von Sand zu einer verhältnismäfsig kräftigen, nicht nachgiebigen Bahn. Schlacke und ähnliche Stoffe haben die gleiche Wirkung. Im allgemeinen gilt, dafs schlechter Untergrund durch Zusatz und Beimischung kiessandartiger Stoffe widerstandsfähig wird und dafs eine Isolierschichte von kiessandartiger Beschaffenheit (Schlacke, Kiessand, Koksasche u. a.) sehr wirksam ist, wenn es sich darum handelt, dem Aufsteigen des Untergrundes in die Bettung zu wehren. Das Vermögen, Lasten zu tragen, wird dadurch wesentlich erhöht. Drainagen können nur freies Wasser aus dem Wegkörper entfernen.

# Das neue Pumpwerk mit Filteranlage für Lokomotivspeisewasser im Hauptbahnhof Würzburg.

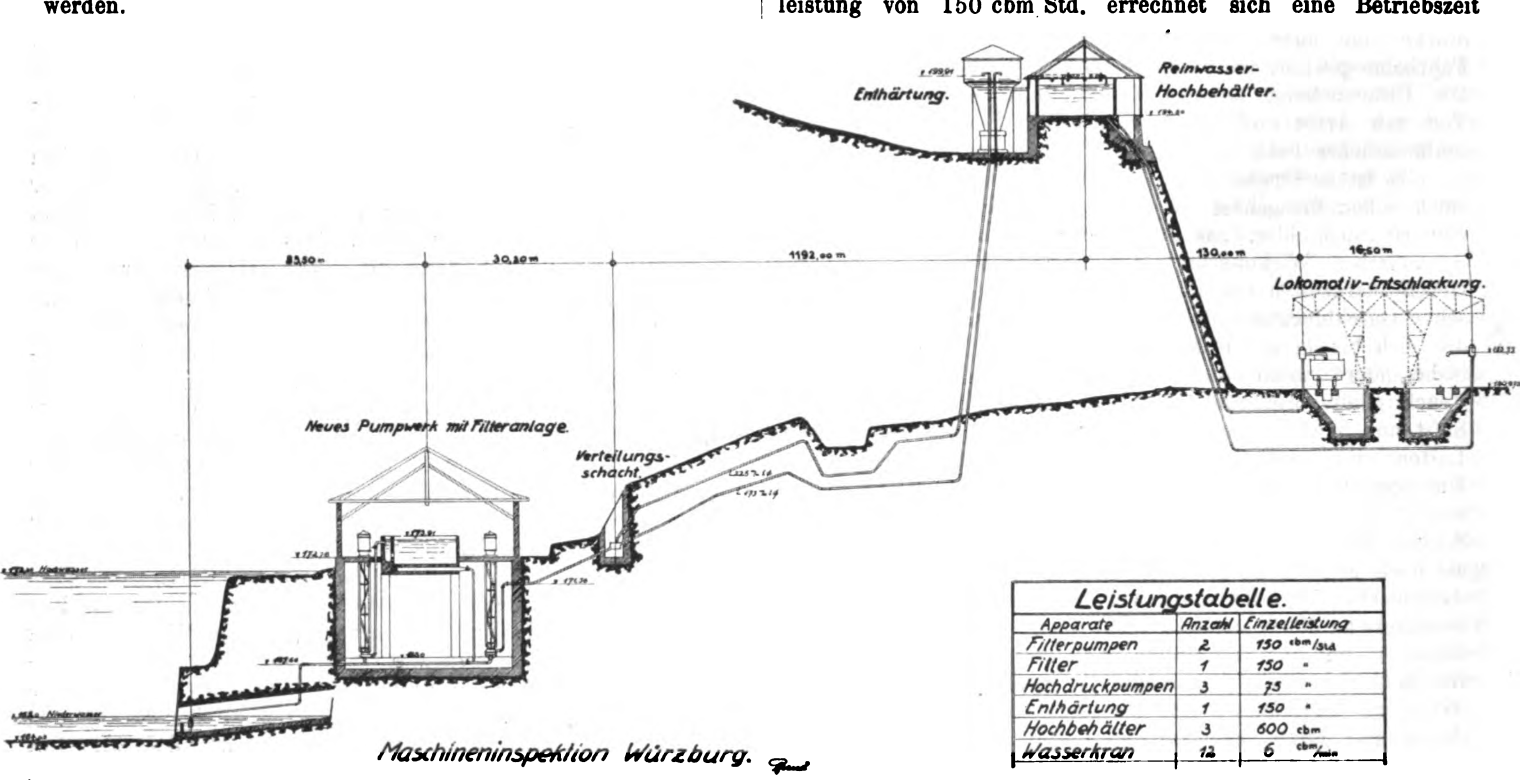
Von Reichsbahnrat Drifsl, Würzburg.

Zur Versorgung des Bahnhofs Würzburg mit Kesselspeisewasser sind im Durchschnitt täglich etwa 1500 cbm Wasser nötig. In dem bisher betriebenen Pumpwerk standen zur Bewältigung dieser Leistung zwei Dampfkolbenpumpen aus dem Jahre 1864 zur Verfügung, welche über Stirnradvorgelege und Riementrieb von Einzylinderdampfmaschinen angetrieben wurden, ferner eine Kreiselpumpe, angetrieben durch Dieselmotor aus dem Jahre 1910 und eine Dampf-Triplexpumpe aus dem Jahre 1912. Bei dem hohen Alter der Dampfkolbenpumpen und des Dieselmotors konnte die Wasserversorgung des Bahnhofs Würzburg, ganz abgesehen von der äufserst unwirtschaftlichen Betriebsweise, nicht mehr als gesichert bezeichnet werden. Zudem konnte auch der für die genügende Leistung der Kolbenpumpen und der Triplexpumpe benötigte Dampf in den vorhandenen Kesseln, welche überdies noch den Dampf für die Güterwagenreinigung zu liefern hatten, nicht mehr aufgebracht werden.

äufserste Saughöhe von etwa 6 m auf jeden Fall gebunden ist, bedingen es, dafs die Pumpen unter allen Umständen in den Hochwasserbereich zu stehen kommen. Um für alle Fälle einen gesicherten Betrieb zu erhalten und Unterbrechungen bei Hochwasser vollkommen auszuschliefsen, wurden als Förderpumpen Kreiselpumpen mit vertikalem elektrischem Antrieb gewählt, bei dem die Elektromotoren im oberen Stockwerk über Hochwasser stehen.

Der Anschlufs der Motoren an das bahneigene Kraftwerk mit 2 × 115 Volt Gleichstrom war wegen der grofsen Entfernung zu ungünstig. Es wurde daher von dem städtischen Hochspannungskabel von 6000 Volt Betriebsspannung abgezweigt und die Spannung durch einen besonderen Transformator im Pumpwerk auf 380 Volt umgewandelt.

Der Wasserverbrauch im Bahnhof Würzburg beträgt normal rund 550000 cbm im Jahr. Bei Zugrundelegung einer Pumpenleistung von 150 cbm/Std. errechnet sich eine Betriebszeit




| Apparate | Anzahl | Einzelleistung |
|---|---|---|
| Filterpumpen | 2 | 150 cbm/Std. |
| Filter | 1 | 150 " |
| Hochdruckpumpen | 3 | 75 " |
| Enthärtung | 1 | 150 " |
| Hochbehälter | 3 | 600 cbm |
| Wasserkran | 12 | 6 cbm/Min. |

Abb. 1. Höhenplan des Pumpwerks im Bahnhof Würzburg.

Da ein Ausbau der bisherigen Anlage nicht in Frage kam, wurde ein vollkommen neues Pumpwerk errichtet. Damit wurde gleichzeitig der Bau einer Filteranlage verbunden, da das Wasser infolge der Entnahme aus dem städtischen Hafen starke mechanische Verunreinigungen mit sich führte, welche sich schliefslich durch starke Ablagerung in den Lokomotivkesseln im Betriebe äufserst unangenehm bemerkbar machten und in den Zylindern der Lokomotiven durch die Schmirgelwirkung erhöhten Verschleifs bewirkten. Bei der neuen Anlage konnten die beiden bereits bestehenden Druckleitungen beibehalten werden. Aus dem Kotenplan (Abb. 1) können sämtliche für die gesamte Anlage wichtigen Höhenkoten entnommen werden. Es ist daraus zu ersehen, dafs mit einem niedersten Wasserstand von 164,05 über NN gerechnet werden mufste. Die Länge der Druckleitungen von 175 und 225 mm Durchmesser (letztere aus dem Jahre 1920) beträgt etwa 1300 m. Die Leitungen sind in einem Graben verlegt. Die starken Wasserspiegelschwankungen, sowie der Umstand, dafs man an die

von 550000 : 150 = rund 3660 Std. im Jahre. Die Wattaufnahme der beiden ständig im Betrieb befindlichen Pumpen beträgt 43 kW. Dies ergibt bei Annahme von 2 % Verlust 156950 kWh. Bei dem zur Zeit in Würzburg geltenden Strompreis errechnen sich die Kosten für 1 cbm hochgeförderten und gleichzeitig gefilterten Wassers unter Zugrundelegung einer 10%igen Verzinsung des Anlagekapitals und eines Verbrauchs von Rückspülwasser von 3% auf 4,49 Pfg.

Beim alten Pumpwerk betrugen die Förderkosten insgesamt 55628 ℳ/Jahr, so dafs die Förderung eines Kubikmeters ungefilterten Wassers auf 55628 : 550000 = 10,11 Pfg. zu stehen kam. Die Ersparnis je Kubikmeter Wasser beträgt also 10,11 — 4,49 = 5,62 Pfg. Die Gesamtersparnis im Jahre ist daher mit 550000 . 5,62 = 30910 ℳ zu veranschlagen, so dafs die gesamten Anlagekosten von 116000 ℳ in etwa $3^3/_4$ Jahren abbezahlt sind.

Die Antriebsmotoren werden mittels Fernsteuerung von der bereits bestehenden Enthärtungsanlage aus eingeschaltet,

da hier ein Mann ständig Dienst macht. Dieser Mann hat außer der Bedienung der Wasserreinigungsanlage, welche zur Enthärtung des Mainwassers mit etwa 18 deutschen Härtegraden (Stadtwasser mit etwa 32 deutschen Härtegraden) nach dem Kalk/Sodaverfahren (Bauart Humboldt) dient, auch noch die Rückspülung der Filteranlage, sowie die tägliche Untersuchung der Filterzubringer- und der Hochdruckpumpen vorzunehmen.

Als Saugleitung (Abb. 2) wird teils eine neue Leitung von 200 mm lichte Weite (2), teils eine in einem begehbaren Kanal gelegene Rohrleitung benützt (1), welche bisher den Zweck hatte, bei niedrigem Wasserstand als Heber zu wirken und das Wasser vom Hafen in die Brunnenstube zu fördern, aus welcher die alten Pumpen das Wasser entnahmen.

2. Unmittelbare Hochförderung des nicht gefilterten Wassers durch die Hochdruckpumpen unter Ausschaltung der Filterzubringerpumpen, bei Schäden an der Filtereinrichtung oder an den Zubringerpumpen.
3. Rückspülung des Filters bei 3 % Wasserverbrauch mit Reinwasser, welches aus dem Hochbehälter entnommen wird.

Fall 1 entspricht dem normalen Betriebe. Das Wasser wird also von einer der beiden Rohwasserpumpen R (Abb. 2) mittels der bereits bestehenden Heber-Saugleitung (1) entnommen und in das Filter F gedrückt. Nach Reinigung von mechanischen Bestandteilen im Filter gelangt es in die Reinwasserleitung (3), von wo es den Hochdruckpumpen H durch die Leitung (4) zu-

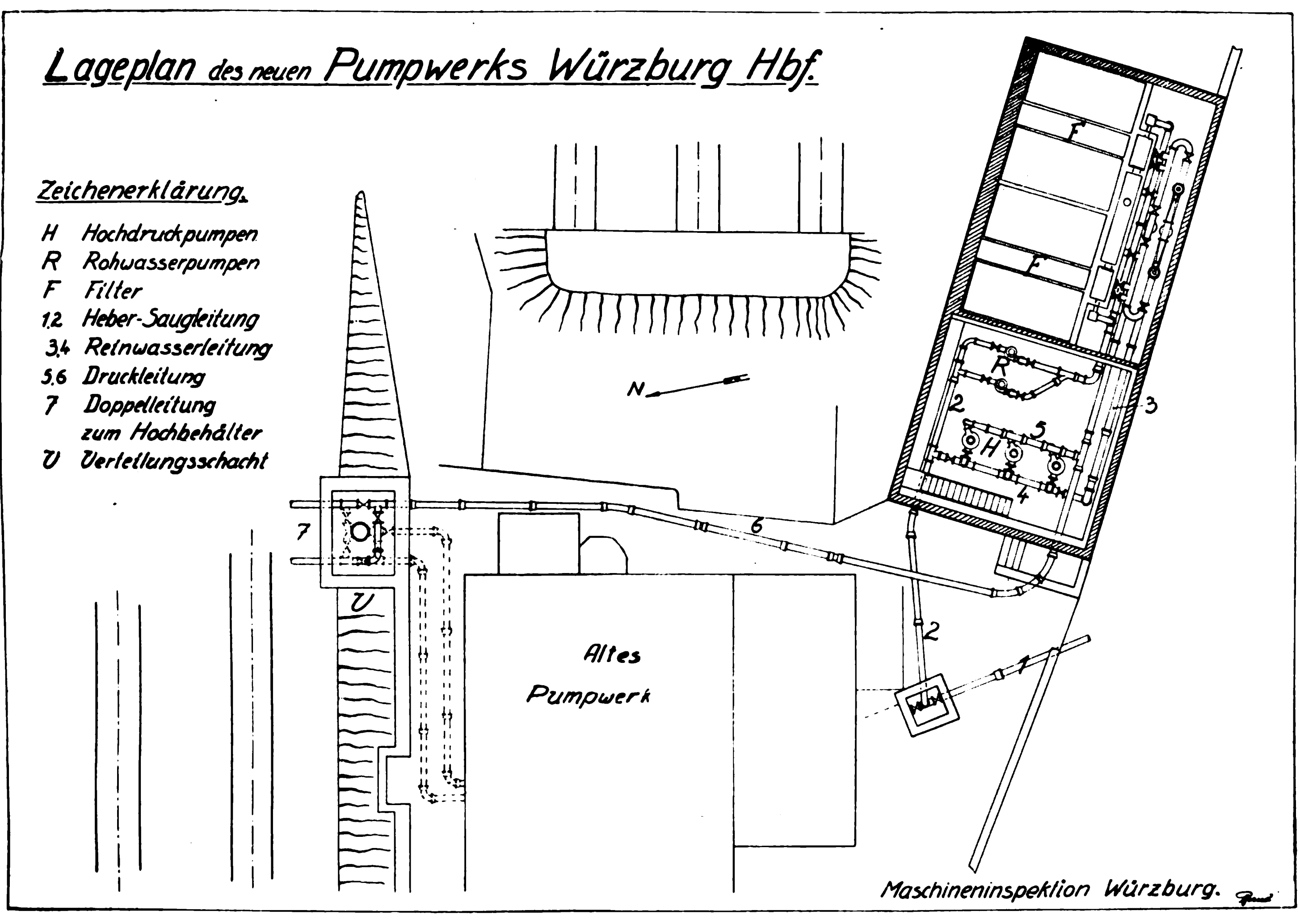



Abb. 2.

Das Wasser kann nun entweder unmittelbar ungefiltert hochgedrückt werden oder es wird durch die Zubringerpumpen R dem Filter F zugeführt, aus welchem es dann den Hochdruckpumpen H zufließt. Die Leistung jeder Zubringerpumpe beträgt 150 cbm je Stunde, ebenso die Leistung eines Filters. Die Leistung der drei Hochdruckpumpen ist etwa je 75 cbm/Std. Eine Pumpe dient jeweils als Reserve. Es können also die etwa täglich benötigten 1500 cbm in rund zehn Stunden gefördert werden, so daß eine reichliche Reserve zur Verfügung steht.

Die Betriebsweise der neuen Anlage erfordert verschiedene Schaltungsmöglichkeiten. Es sind vor allem drei wichtige Fälle zu unterscheiden:

1. Normaler Betrieb: Filterung und Hochförderung des Wassers.

fließt. Zwei Hochdruckpumpen fördern das Wasser durch die Leitung (5) in die Druckleitung (6), welche im Verteilungsschacht an die schon bestehende, etwa 1200 m lange Doppelrohrleitung (7) angeschlossen ist.

Fall 2 tritt ein bei Störung und Außerbetriebsetzung der Filteranlage. Ist die Stillegung des Filters notwendig, so wird das Rohwasser unmittelbar von den Hochdruckpumpen H mittels Leitung (4) der Leitung (2) bzw. (1) entnommen und wie bei Fall 1 durch Leitung (5, 6, 7) in den Hochbehälter gefördert.

Als dritter Betriebsfall kommt noch die Rückspülung in Betracht. Das zum Rückspülen benötigte Wasser wird aus dem Hochbehälter entnommen, welcher zu diesem Zwecke eine besondere Verbindungsleitung zur Druckleitung erhalten mußte. Das Wasser nimmt nun über die Druckleitung den Weg zur

Filteranlage und wird durch entsprechende Rohrführung und Umstellung einiger Schieber von unten dem Filterbecken zugeführt, so dafs der ganze Filtersand aufgewühlt und der abgelagerte Schlamm fortgeführt wird. Die Ableitung erfolgt durch eine Schlammleitung in den Kanal. Die Rückspülung wird je nach Verschlammung vorgenommen. Der Verschlammungsgrad ist aus dem Filterwiderstand zu ersehen, welcher durch Manometer angezeigt wird. Ein offenes Filter wurde gewählt, weil die Erfahrungen mit den geschlossenen Druckfiltern gegenüber den offenen in vieler Hinsicht weniger günstig sind. Der Hauptnachteil der geschlossenen Filter besteht darin, dafs man den ganzen Filtrationsvorgang sowohl wie den Rückspülvorgang nicht augenscheinlich verfolgen kann und infolgedessen über Unregelmäfsigkeiten vollkommen im unklaren bleibt. Zudem haben die meisten Druckfilter einen gewöhnlichen Siebboden, bestehend aus gelochtem Eisenblech mit darübergezogener Gaze, wodurch das Wasser überall durchtreten kann. Es dringt daher naturgemäfs an denjenigen Stellen durch das Filter, die

Aus den vorangeführten Gründen wurde ein Rillenblockfilter der Bamag-Meguin A.-G. Berlin beschafft. Wie aus Abb. 3 ersichtlich ist, führen bei diesen Filtern zwei Verteilungsrinnen das Wasser den Filtern in gleichmäfsigem Strome zu. Das Wasser durchfliefst die Filterschicht, die etwa 75 cm hoch aus Kies feinster Körnung besteht und sich auf eine Tragschicht von nach unten zu ständig gröfser werdenden Körnern aufsetzt. Der Filterboden wird durch eigenartig gestaltete Betonrillenblöcke gebildet (Abb. 3), die im Innern eine Abflufsöffnung besitzen. Diese steht durch besonders gestaltete, in den schrägen Betonwänden einbetonierte eiserne Futterstücke mit darin eingeschraubten Düsen aus Metall mit dem Filterraum in Verbindung. Sämtliche röhrenartige Öffnungen münden an der einen Seite der Betonbehälter in ein gemeinsames Abflufsrohr, an das die Reinwasserzuleitung zu den Hochdruckpumpen angeschlossen ist. Die Betonrillenblöcke sind so bemessen, dafs sie einem inneren Wasserdruck von 10 m Wassersäule bei der Rückspülung ohne weiteres stand-

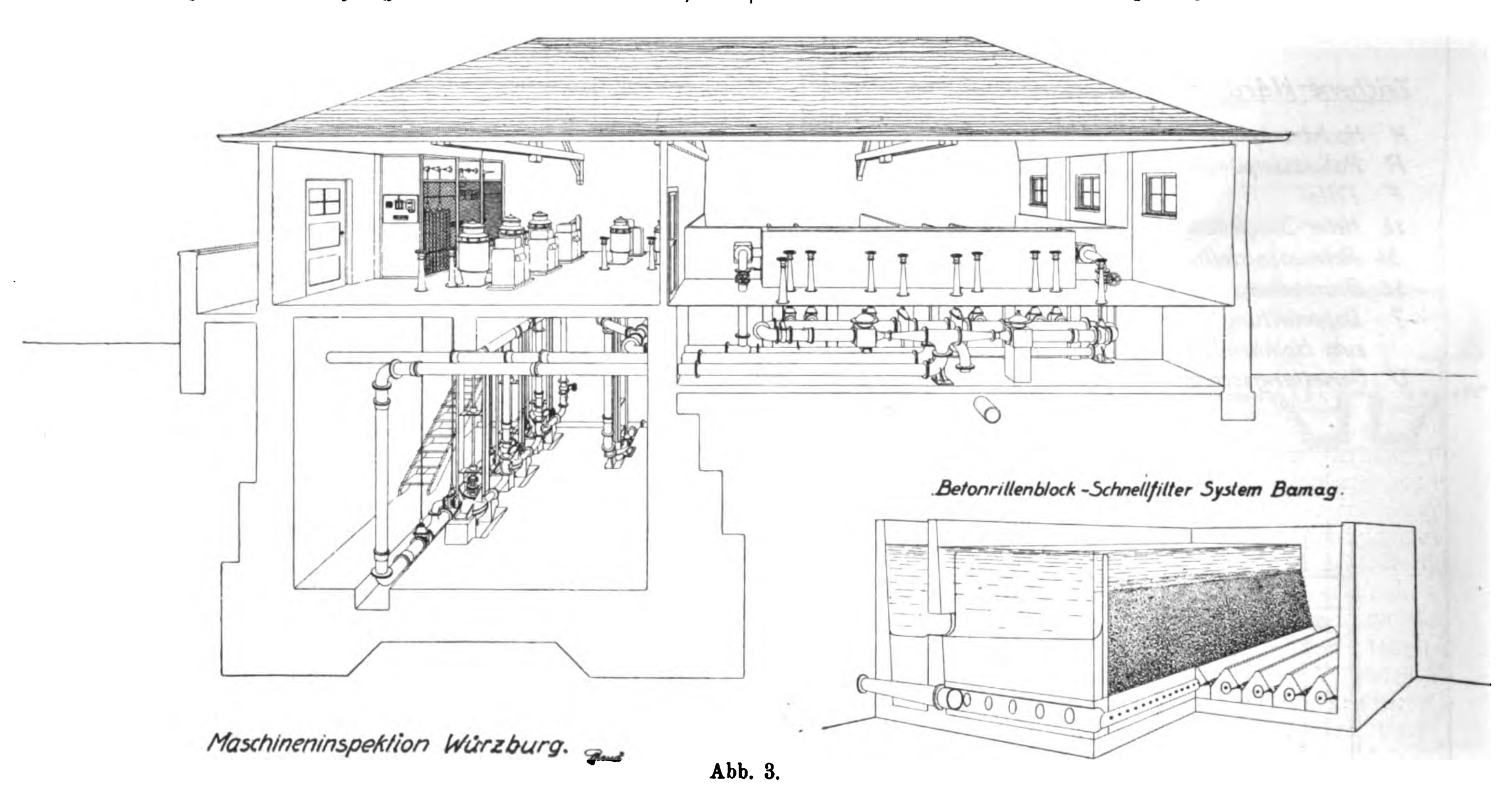



Abb. 3.

den geringsten Widerstand bieten. Sobald aber diese verschlammt sind, sucht es sich den Weg mit geringstem Widerstand, auf diese Weise arbeitet ein derartiges Filter nur fleckenweise und infolge der verkleinerten Arbeitsfläche mit weit höherer Geschwindigkeit, als bei Berechnung der Filterfläche vorgesehen war. Die Filterwirkung ist infolgedessen auch eine weit schlechtere. Um nun eine zwangläufige Wasserführung zu besitzen, mufs der Filterboden in einzelne kalibrierte Öffnungen aufgeteilt werden, die über die ganze Fläche verteilt sitzen und die der Kalibrierung wegen je auch nur eine bestimmte Wassermenge durchlassen können. Was den Platzbedarf anbelangt, so ist derselbe bei offenen Filteranlagen unter Zugrundelegung gleicher Filtergeschwindigkeit geringer als bei geschlossenen Filtern, weil die Druckfilter rund ausgeführt werden müssen und infolgedessen Zwickel frei lassen, die unwirksam bleiben müssen. Bei den offenen Filtern hingegen können viereckige Konstruktionen Verwendung finden, welche äufserste Anpassung und Ausnützung des zur Verfügung stehenden Raumes gestatten.

halten können. Er beträgt jedoch nur etwa 5 m. Die gleichmäfsige Wasserverteilung bei der Rückspülung wie Filtrierung wird durch die Form des Filterbodens und durch zweckmäfsige Verteilung der Filterdüsen gewährleistet. Besonders eingerichtete Durchflufsregler bewirken eine vollständig unveränderliche Filtergeschwindigkeit, die für eine gute Filtrierung von besonderer Wichtigkeit ist. Diese Durchflufsregler haben also den Zweck, unabhängig vom Verschmutzungsgrad bzw. dem Widerstand des Filters selbsttätig stets die gleiche Wassermenge durchzulassen und damit die Filtergeschwindigkeit unveränderlich zu halten, was für die Filterwirkung von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Der Bamag Filterausflufsregler besteht aus drei Hauptteilen und zwar aus dem Regelventil, das als entlastetes Doppelsitzventil ausgebildet ist und durch eine Zugstange mit der Hauptfederplatte fest verbunden ist, einem Venturirohr üblicher Bauart und dem Steuerregler. Durch die in der Venturidüse auftretenden Druckunterschiede werden erhebliche Steuerkräfte frei; so beträgt z. B. bei einem Durchflufsregler von 150 mm lichte Weite bei

einem Druckunterschied von 1 m WS die wirksame Steuerkraft 100 kg. Die ganze Anordnung zeichnet sich durch leichte Zugänglichkeit sämtlicher Teile aus. Die Teile, die gegeneinander arbeiten, wie die Metallteile der Venturidüse, sind aus bestem Rotgufs hergestellt, so dafs mit ganz geringer Abnutzung zu rechnen sein wird.



Abb. 4. Bedienungsraum.

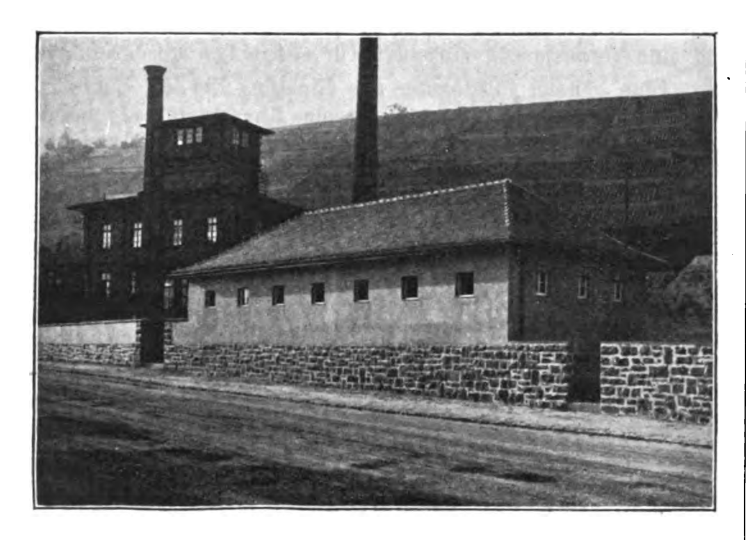


Abb. 5. Aufsenansicht des Pumpwerks in Würzburg.

Die Spülung des Rillenblockfilters erfolgt, wie bereits erwähnt dadurch, dafs man Reinwasser in umgekehrter Richtung mit erhöhtem Spüldruck durch den Kies hindurch schickt. Hierdurch wird der Kies gründlich aufgewühlt und von allen seinen Beschmutzungen befreit, die oben über den Rand des Filters in eine Ablaufrinne zum Schlammkanal ablaufen. Die Rückspülung dauert etwa fünf bis sechs Minuten. Ihre günstige Wirkung wird erzielt durch die hohe Geschwindigkeit, mit der das Spülwasser den Kies durchfliefsen kann.

Die drei Hochdruckpumpen wurden, wie bereits erwähnt, durch die Bamag-Meguin A.-G. Berlin von den Maffei-Schwartzkopff-Werken bezogen. Sie besitzen eine Leistungsfähigkeit von je 75 cbm/Std. bei einer manometrischen Druckhöhe von 56 m und 1450 Umläufe/min. Der Kraftbedarf einer Pumpe beträgt 30 PS. Die Filterzubringerpumpen von der gleichen Firma besitzen eine Leistungsfähigkeit von je 150 cbm/Std. bei einer manometrischen Förderhöhe von 15 m, 1450 Umdrehungen und einem Kraftbedarf von 20 PS. Diese Pumpen sind einstufige Kreiselpumpen, während die drei Hochdruckpumpen zweistufig sind, die Laufräder und Leitapparate sind aus Bronze, die Gehäuse aus Gufseisen, die Wellen aus Stahl. Sämtliche Pumpen sind mit zwei Wellen von je 5 m Länge mit Vertikalmotoren unmittelbar gekuppelt. Die zwei Wellen sind in Profileisenrahmen, die auf den Pumpen aufsitzen und oben den Abschlufs des Motorenuntersatzes tragen, gelagert.

Die gesamte elektrische Ausrüstung wurde von der A E G Berlin geliefert und zwar hoch- wie niederspannungsseitig.

Der zum Antrieb der Pumpen benötigte elektrische Strom wird der städtischen Ringleitung entnommen. Durch ein eisenbandarmiertes, asphaltiertes Dreileiterkabel von dreimal 25 qmm Querschnitt und ca. 550 m Länge wird Drehstrom von 6000 Volt über einen Hochspannungsmefssatz dem Transformator zugeführt. Der Mefssatz besteht aus einem Doppeltarifzähler, einem Höchststromzähler mit einviertelstündiger Auslösung und dauernder Ausgleichung des Höchststromes, einer gemeinsamen Umschaltuhr mit elektrischem Aufzug, einem Blindverbrauchzähler für nacheilenden Strom, ferner zwei Stromwandlern in Kästen und einen Spannungswandler für Drehstrom für 6000 Volt mit angebauten Sicherungen. Der niedergespannte Strom gelangt über eine Hauptschalttafel, wo er gemessen wird, zu den Schaltapparaten, die aus fünf Schaltkästen bestehen. Sämtliche Verbindungskabel sind an der Decke des Pumpenraumes verlegt, so dafs der Motorenraum vollkommen frei ist von allen elektrischen Kraftleitungen. Die einzelnen Motoren können entweder von der im Pumpwerk angebrachten Niederspannungsschalttafel aus durch Kleinautomaten, welche gleichzeitig die Sicherung für die Relaisleitung bilden, geschaltet oder bei Fernbedienung durch gewöhnliche Kontaktschalter betätigt werden, wie sie bei Lichtanlagen Verwendung finden. Diese sind in der etwa 1100 m entfernten Enthärtungsanlage neben dem Wasserhochbehälter auf einer kleinen Schalttafel angebracht und in den Steuerstromkreis eingeschaltet, damit jederzeit sichtbar gemacht ist, welche Maschinen arbeiten.

Anlagen zur Entfernung der mechanischen Verunreinigungen aus dem Kesselspeisewasser sind schon seit vielen Jahren auch bei der Deutschen Reichsbahn in Betrieb, insbesondere wo als Entnahmestellen Hafenanlagen oder Kanäle in Frage kommen. Bisher wurden aber meines Wissens fast stets geschlossene, in die Druckleitung eingebaute Kiesfilter verwendet. Hier wurde versucht, durch eine offene Schnellfilteranlage eine möglichst gründliche Reinigung des Wassers zu erreichen, und es kann bestimmt angenommen werden, dafs die neue Anlage die an sie gestellten Forderungen erfüllen wird.

## Eisenbetonroste.

Reichsbahnoberrat Lauböck, Vorstand der Bauinspektion München-Ost, bringt in der »Gleistechnik« 1925 (Heft 8 bis 11) längere Ausführungen über Gleisbau und Gleisunterhaltung mit den Meirhoferschen Eisenbetonrosten. Da über den Gleisbau mit solchen Rosten bereits eine reiche Literatur besteht (siehe auch Organ 1920, Heft 7 und 8), sollen im folgenden nur die sehr beachtenswerten Ausführungen über die seit 1921 von der Zweigstelle Bayern in Verbindung mit den Roststöfsen auf die ganze Länge der Schienen durchgeführte Stampfung der Bettung sowie über die Erfahrung bei der Unterhaltung solcher Strecken kurz wiedergegeben werden.

Der Verfasser führt aus, dafs die Frage des Oberbaustofses auch eine Bettungsfrage ist und dafs dem an sich schwächeren Oberbaustofs eine kräftigere Bettung als Gegengewicht entgegengesetzt werden mufs. Das Mittel hierzu bietet der Meirhofersche Rost. Der gute Erfolg, der mit der Einlegung solcher Roste seit 1915 gemacht wurde, ermutigte die Zweigstelle Bayern

1921 zu dem weiteren Schritt, die Bettung auf die ganze Länge der Schienen zu stampfen. (Über das Stampfen der Bettung siehe Organ 1925, Heft 1).

Was der Verfasser über die Abminderung der Unterhaltungskosten solcher Gleisstrecken (sowohl der gestampften Strecken wie der Roststöfse) mitteilt, übertrifft, wie er selbst angibt, alle Erwartungen. Abgesehen davon, dafs das übliche kurzfristige Nachregulieren neuer Gleise bei Gleisumbauten auf gestampfter Bettung und mit Roststöfsen überhaupt entfällt, erfordert die regelmäfsige Unterhaltung bzw. die Erhaltung der richtigen Höhenlage der Stofs- und Mittelschwellen verblüffend geringe Arbeit. Die Verwendung der Stopfhacke, durch die die Schwellen beschädigt werden, scheidet vollständig aus, an ihre Stelle tritt das Unterlegen von Grus unter die zu tief liegenden Schwellen. Der Verfasser nennt die alte Art der Gleisunterhaltung mit der Stopfhacke nicht mit Unrecht eine »geisttötende, brutale und teure« im Gegensatz zu dem neuen Verfahren, das als Gleispflege im wahrsten Sinne des Wortes anzusprechen ist und an dem die Unterhaltungsorgane wieder das gröfste Interesse finden werden.

Für ein im Sommer 1923 auf gestampfter Bettung verlegtes neues Gleis F. X auf Eisenschwellen war bei einem täglichen Verkehr von durchschnittlich 70 Zügen im gleichen Jahre überhaupt keine Nachbesserung erforderlich, weil Richtung und Höhe in vollkommen ordnungsgemäfsem Zustande blieben, 1924 wurden zusammen 48 Arbeitsstunden je km aufgewendet. Ein nach altem Verfahren gebautes Gleis hätte bei Eisenschwellen mindestens 120 Tagwerke/km für Nachregulieren erfordert.

Das gleich günstige Ergebnis ergab sich für ein 1924 auf gestampfter Bettung gebautes Gleis auf Holzschwellen. Für eine Gleisstrecke von 60 km, deren Stöfse mit Schwellenrosten verstärkt wurden, betrug der Aufwand für zweimaliges (Frühjahr und Herbst) Unterlegen der Stöfse 1500 Arbeitsstunden, das sind rund 3 Tagwerke je km und Jahr. Ohne Eisenbetonroste würde die Erhaltung der richtigen Höhenlage dieser Gleisstöfse mindestens 30 Tagwerke für 1 km und Jahr erfordern.

Diese Ergebnisse sind zweifellos aufserordentlich günstig und erscheinen geeignet, eine Umwälzung im Gleisbau und in der Gleisunterhaltung anzubahnen.

Bei kritischer Würdigung dieser Veröffentlichung erscheint es indes notwendig, auf einige Punkte hinzuweisen, die ohne Widerspruch nicht hingenommen werden können:

1. Der Verfasser empfiehlt in einer Fufsnote die Einbringung einer 10 cm hohen Steinpackung bei nachgiebigem Untergrund und nassen Einschnitten.

Diese Steinpackungen bewähren sich jedoch erfahrungsgemäfs nicht, selbst nicht bei gleichzeitiger Anlage von Sickerschlitzen, vor allem nicht mehr bei den heute erhöhten Verkehrslasten. Grundbau mit seinen in den Untergrund eindringenden Steinen vermehrt die Wasseransammlung und der Untergrund wird hochgedrückt. Als einzig wirksames Mittel für solche Fälle hat sich in neuerer Zeit eine Betondecke von etwa 15 cm unter der Bettung erwiesen. Selbst eine Schichte Sand oder feine Kohlenlösche ist einer Steinpackung erfahrungsgemäfs vorzuziehen.

2. Die Beschädigungen der Schwellen durch die Stopfhacke dürfte heute nicht mehr zu sehr betont werden, da die Gleisstopfmaschinen sich bald überall durchsetzen werden.

3. Ob mit den Eisenbetonrosten und mit dem Stampfverfahren die Verdichtung der Bettung den rollenden Lasten ganz abgenommen wird, möchte ich stark bezweifeln. Meine an Roststrecken durchgeführten Höhenmessungen (siehe »Gleistechnik« 1925, Heft 13) geben ein klares Bild über die Senkung solcher Stöfse. Der Verfasser gibt ja auch selbst an, dafs er die Stöfse wegen der späteren Zusammenpressung durch den Zugverkehr um 1 cm überhöht.

Auch gestampfte Gleise werden sich unter den rollenden Lasten senken, bis eine genügende Dichtung der Bettung erreicht ist, der Unterschied zwischen Gleisen auf gestampfter Bettung und solchen auf gekrampter Bettung ist hierbei nur der, dafs erstere unmittelbar nach dem Bau wesentlich widerstandsfähiger liegen und die Senkungen erst im Laufe der Jahre und sehr gleichmäfsig auftreten (siehe Organ 1925, Heft 1), während letztere sich am stärksten (3 bis 4 cm) unmittelbar nach dem Bau senken und erst durch wiederholtes Nachkrampen in eine ruhige Lage gebracht werden. (Die lockere Lage der Bettung eines Bettungsumbaues macht auch die Verwendung von Gleisstopfmaschinen unmöglich.) Ist dies aber erreicht, so senkt sich ein gekramptes Gleis nicht wesentlich mehr als ein auf gestampfter Bettung verlegtes, die Senkung bleibt aber unregelmäfsiger.

4. Auffallen mufs, dafs für die anläfslich von Gleisumbauten notwendige sorgfältige Nachbesserung der Gleislage nach Richtung das Sehnenmefsverfahren nach Anlage 1 der Oberbauvorschriften der ehemaligen Preufsisch-Hessischen Staatseisenbahnen als ausreichend empfohlen wird.

Das Sehnenmefsverfahren ist nach meinen Erfahrungen (ich habe dieses Verfahren schon 1911 in einer längeren eingehenden Abhandlung in der bayrischen Bahnmeisterzeitung (1914, Heft 3) behandelt und für die täglichen Bedürfnisse der Bahnunterhaltung angelegentlichst empfohlen) für eine scharfe Festlegung der Gleise, auf Grund deren auch die Vermarkung vorgenommen werden soll, unzulänglich. Es eignet sich als brauchbares Hilfsmittel für die Vorarbeiter, um innerhalb bestimmter Festpunkte nachzurichten oder um eine Verbesserung einzelner Kurvenstrecken durchzuführen.

Eine genaue Festlegung der Richtung der im Laufe der Zeit vielfach in Unordnung geratenen Kurven, für die infolge nachträglichen Einbaues von Objekten häufig falsche Festpunkte entstanden sind, die zur Einlegung von Korbbögen zwingen, kann nur auf dem Wege der völligen Neuabsteckung der Kurven nach dem Polygonverfahren (ein aufserordentlich zeitraubendes und besonders erfahrene Techniker erforderndes Verfahren) oder nach dem Nalenzschen Ausgleichverfahren, das ebenso geschulte Ingenieure erfordert, erreicht werden. Ich behalte mir vor, auf diese verschiedenen Verfahren und ihre Anwendung in einem besonderen Aufsatz zurückzukommen.

5. Um ein nach jeder Richtung einwandfreies Urteil zu gewinnen, dürfte es sich empfehlen, bei dem Vergleich der Kosten der Stampfstrecken mit denen der gekrampten Strecken die Kosten des Baues sowie die Kosten der Unterhaltung auf längere Jahre zusammenzufassen. Es kann ein Gleisbau an sich teurer sein, aber durch die Minderkosten der Unterhaltung — oder durch beides — überlegen sein. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, dafs mindestens das erstmalige Nachregulieren gekrampter Gleise (meist noch im Jahre des Baues) zum Bau zu rechnen ist, sehr häufig aber nicht auf Umbau verrechnet wird.

6. Offen bleibt die Frage, ob der auf gestampfte Bettung zum Ausgleich aufgebrachte Grus nicht infolge der Erschütterungen des Verkehrs durchfällt und dadurch Senkungen der Gleise herbeiführt. Es wäre zur Klärung der Verhältnisse sehr wesentlich, wenn sich der Verfasser über seine diesbezüglichen Erfahrungen noch äufsern würde. Wenn der Grus in gestampften Gleisen nicht durchfällt, so kann angenommen werden, dafs auch gekrampte Gleise, wenn die Schwellenlager einmal genügend durch die Verkehrslasten gefestigt sind, durch Unterlagen von Grus nachreguliert werden können, die Stopfhacke also auch hier entbehrlich wird, was für die Unterhaltung gekrampter Gleise von weittragender Bedeutung sein würde.

7. Über die Art der Ausführung des Unterlegens von Grus besteht noch keine volle Klarheit.

Das Unterschütten von Grus mittels Bleche hat sich nicht bewährt und darf als aufgegeben betrachtet werden.

In neuerer Zeit wird der Grus mit kehlartigen Eisen unter die Schwellen gestopft, auch eine kleine entsprechend gebogene Schaufel (etwa 12 cm breit und $^1/_2$ cm stark), die ein Arbeiten in aufrechter Stellung gestattet, hat sich bewährt. Als gröfste Schwierigkeit ergibt sich beim Herausheben einzelner Senkungen des Gleises das Unterlegen von Grus unter die Nachbarschwellen verlaufend bis 0.

Nach meinen Erfahrungen mufs ein Gleis mindestens 30 mm angehoben werden, damit überhaupt Grus unterlegt werden kann. Daraus ist aber ohne weiteres die Schwierigkeit zu entnehmen, die das Einbringen von Grusunterlagen, z. B. von 2 cm Stärke bis auf 0 verlaufend bietet.

Leichter ist die Aufgabe, wenn ein Gleis durchgehend um ein bestimmtes Mafs zu heben ist. Wechseln die Höhenmafse, so bleibt auch hier der Ausgleich schwierig, da es sich doch um eine Arbeit auf mindestens halbe cm Genauigkeit mit Grus von 1 bis 2,5 cm Korngröfse handelt.

Diese Schwierigkeiten weisen darauf hin, dafs es im Interesse einer Kostenersparnis unbedingt notwendig ist, die Schwellen bei gestampfter oder gewalzter Bettung stets schon beim Bau auf eine mindestens 2 cm starke Grusschichte zu legen, damit an die Stelle des Unterlegens von Grus beim Nachregulieren ein Nachstampfen (nicht Krampen) treten kann und gefährliche Hohlräume sicher vermieden werden.

A. Wöhrl.

## Aus amtlichen Erlassen.

### Ausgedehnte Verwendung von Alkalibleilagermetallen bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Acht Reichsbahndirektionsbezirke verwenden als Einheitslagermetall nunmehr ausschliefslich Alkalibleimetalle, in drei weiteren Bezirken ist die Umstellung auf solche im Gange.

Zur Lagermetallfrage gibt die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft u. a. Nachstehendes bekannt:

Da das Lurgimetall (Lu) und das Kalziummetall (Kan) bei der Erprobung im Betrieb immer noch gewisse Schwächen zeigten (insbesondere Nachgiebigkeit bei Lu und Sprödigkeit bei Kan, sowie Korrosionen bei beiden) wurde versucht, auf einer geeigneten Grundlage eine Legierung zu finden, in der die guten Eigenschaften von Lu und Kan sich vereinigen. Das neu entwickelte B-Metall in der Zusammensetzung

|  |  |  |
|---|---|---|
| 0,75 %—0,05 % | Kalzium, |  |
| 0,55 %—0,05 % | Natrium |  |
| etwa 0,04 % | Lithium | (wegen Schwierigkeiten beim analytischen Nachweis nicht näher bestimmt) und |
| Rest | Blei |  |

verspricht bei einer Giefstemperatur von 470° ausreichende Härte bei genügender Geschmeidigkeit. Die anfänglich festgestellte Neigung des Metalls zur Enthärtung beim Überhitzen ist in jüngster Zeit durch einen Zusatz von Aluminium beseitigt worden. Die neue Legierung zeigte auch bei wiederholtem Umschmelzen bei 600° keine Härteeinbufse.

Die Stangenlagerausgüsse werden jetzt eingelötet. Eine Herabsetzung des Zinngehaltes des verwendeten 42 %igen Lotes war bisher nicht möglich. Als Löttemperatur haben sich für eine verlässige Bindung 600° als zweckmäfsig erwiesen.

Als Beilagen für die Stangenlager werden solche von 4 bis 0,5 mm Stärke verwendet. Der Einbau hat nicht nur bei den grofsen Ausbesserungen der Lokomotiven, sondern auch bei einem Lagerwechsel zu erfolgen.

Nach den Göttinger Versuchen haben die seitlichen Aussparungen für die Pohlschen Schmierpolster in den Stangenlagern schmiertechnisch geringe Bedeutung, schwächen aber die Stege der Beilagen und Lagerschalen erheblich. Ein Weglassen dieser Schmierpolster wäre erwünscht.

Nach den Feststellungen des Eisenbahn-Zentralamtes ergaben sich aus der Verwendung des Alkalibleimetalls in den einen und des Regelmetalls in den anderen Bezirken auch aus der Sonderung der Lokomotiven auf die einzelnen Werkstätten keine besonderen Schwierigkeiten.

Das neue B-Metall ist eine auf Bleigrundlage unter Verwendung von Kalzium, Natrium und Lithium aufgebaute Legierung, die in ihrer jüngsten Form nicht nur die guten Eigenschaften von Lu- und Kan-Metall vereinigt, sondern auch in giefstechnischer Hinsicht wesentlich unempfindlicher gemacht wurde.

Das Genaugiefsverfahren für Stangenlager ist in den Hauptwerkstätten anzuwenden, während die Betriebswerkstätten im allgemeinen mit einem angenäherten Genaugiefsen sich begnügen können. Die Verwendung von neuen einheitlichen Giefsöfen nach Göttinger Muster ist sicherzustellen.

Für das Einlöten des Lagereingusses wird das Eisenbahn-Zentralamt in Kürze eine Anweisung herausgeben. Bis dahin ist nach dem bisherigen Verfahren bei Stangenlagern vorzugehen; für Achslager kommt ein Einlöten überhaupt nicht in Betracht.

Das Aufdornverfahren ist nur da weiter zu verwenden, wo es bisher schon eingeführt ist und zwar in dem Umfange, wie es in wirtschaftlicher Hinsicht Vorteile gegenüber anderen Arbeitsverfahren bietet.

Das Genauvermefsverfahren der Lokomotiven ist in den Werkstätten, die bereits mit Mefsständen ausgerüstet sind, durch beschleunigte Herstellung der erforderlichen Hilfsvorrichtungen raschestens einzuführen, damit die Schäden an den Treibzapfen und der vorzeitige Lagerverschleifs zurückgehen.

Bttgr.

# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

## Bahnhöfe nebst Ausstattung.

### Hochbauten aus fertigen Eisenbetonteilen.

(Railway Age 1924, Nr. 23, v. Dez. 24.).

Eisenbetonhochbauten aus fertigen Konstruktionsteilen, die mittelst Kranen zusammengesetzt werden, sind bisher in geringem Umfang hergestellt worden. Von derartigen Ausführungen sind u. a. zu nennen ein Lokomotivschuppen und ein Werkstättengebäude in Stokton (Kalifornien). Der Lokomotivschuppen ist als Rundhaus mit zehn Ständen von 31 m Standlänge errichtet und kann um 28 Stände erweitert werden. Die Konstruktion besteht aus einem Rahmenwerk von Eisenbetonsäulen, auf welche in Richtung der Längsachse der Stände Träger gelegt sind, welche die armierten Deckenplatten zu tragen haben. Die Aufsenwände bestehen fast völlig aus Fenstern in Stahlrahmen. Die noch verbleibenden Aufsenwandflächen sind aus Ziegelmauerwerk von 22,5 cm Stärke hergestellt. Der vorläufige Abschlufs des Hauses besteht wegen späterer Erweiterung aus Holz. Der Boden ist aus Eisenbetonplatten mit Rauhputz hergestellt.

Das Werkstättengebäude (64,5 m lang und 13,5 m breit) ist in gleicher Art errichtet; jedoch bestehen hier die Wände aus fertigen Eisenbetonplatten. Die inneren Wände sind aus Hohlziegeln hergestellt. Das Gebäude enthält einen Maschinenraum, ein Büro, ein Magazin und einen Werkzeugraum.

Um die monolithischen Eigenschaften des Eisenbetons zu erreichen, liefs man die Eisenbewehrungen aus den fertigen Teilen herausragen und füllte dann die Zwischenräume zwischen den einzelnen Teilen mit Beton aus, so dafs die Verbundwirkung gesichert ist. Die verschiedenen Bauwerksteile wurden in der Nähe des Bauplatzes hergestellt. Das Betonmaterial und die Mischmaschinen

befanden sich an dem einen Ende des Platzes. Von dort wurde der gemischte Beton auf erhöhten Gleisen in Kippkarren zu den Formen gebracht, die auf einem völlig ebenen Bohlenboden verlegt waren. Die Innenseiten der Formen waren mit Blechtafeln ausgekleidet, um für die hergestellten Teile eine glatte und dichte Oberfläche zu erhalten. Nach Erhärtung des Betons wurden die Formen weggenommen und die fertigen Teile mittelst Kranen auf einen Trockenplatz gebracht, wo sie vor Einbau etwa 20 Tage lagerten.

Die Gebäude wurden durch Kranen aus den fertigen Teilen zusammengesetzt. Die Säulenfüfse erhielten zur Aufnahme der unteren Säulenenden Vertiefungen. Diese wurden nach Versetzen der Säulen ausgegossen und die Säulen ins Lot gebracht. Daran anschliefsend wurden die Wandplatten, die Deckenträger und die Deckenplatten versetzt.

In gleicher Weise wurde auch in Sacramento bei der Western Pacific ein Ölhaus hergestellt. Das Gebäude ist 13,5 m breit und 30 m lang mit einer 3 m breiten Rampe auf der Gleisseite und Rampen von 6,0 × 16,5 an beiden Gebäudeenden. Wa.

### Asbeston-Rauchabzugkamine für Lokomotivschuppen.

Die Frage des Rauchabzugs in Lokomotivhallen durch Abzugsröhren ist bisher nicht entsprechend gelöst. Abzugsröhren aus Steingut befriedigen wegen ihres geringen Durchmessers nicht (gröfster Durchmesser 45 cm) und die Aufstellung von Steingutrohren grofsen Durchmessers, deren Querschnitt für den Rauchabzug der Lokomotiven genügen würde, begegnet Schwierigkeiten, da solche Röhren schwer herzustellen und zu bekommen sind, da sie sehr teuer sind und durch ihr Gewicht die Dachsparren sehr belasten würden. Auf der Moskau-Kasanbahn wurden Holzkamine von 0,8 qm Querschnitt, innen mit Filz, Asbest und Eisen verkleidet, entworfen und über einigen Lokomotivständen angebracht. Anfangs befriedigten sie, aber nachdem einige Brandfälle vorgekommen waren, wurden sie aufgegeben. Auch abgesehen von der Brandgefahr des Holzes wird das Eisen durch den Dampf und die ätzenden Gase schnell zerfressen; die aufgelegte Asbestplatte weicht auf, die Röhren müssen gut beaufsichtigt und das Eisen häufig ausgewechselt werden.

Nach einer neuen russischen Ausführung bestehen die Röhren aus Asbeston, einem ganz feuersicheren Baustoff, der auch infolge Behandlung mit einer besonderen Lösung den ätzenden Gasen widersteht. Diese Röhre besteht aus einem Eisengerippe von rechteckigem Querschnitt aus Winkeleisen (50 × 50 mm) und Bandeisen. An diesem Gerippe werden mit Bleinieten Asbestonplatten 15 mm stark befestigt. Die Fugen zwischen den Asbestonplatten werden mit einer Asbestonmasse verkittet und die ganze Innenseite der Röhre mit einer besonderen Lösung bestrichen. Auf diese Weise werden auf die ganze Ausdehnung der Röhre die Gase und der Dampf vom Eisengerippe ferngehalten und das Eisen unterliegt daher nicht dem Rosten. Die Bleinieten werden von Gasen und Dampf nicht angegriffen. Der Rohrquerschnitt ist 72 × 72 cm und genügt vollständig für eine gute Entlüftung. Im oberen Rohrteil ist eine Drehklappe aus Asbeston eingebaut, die die Röhre zur Winterszeit, wenn keine Lokomotive da ist, zur Abhaltung der Kälte schliefst. Nach unten ist die Röhre so zu einem Schirm erweitert, dafs Kamin und Funkenfänger der Lokomotive Platz hat. Das Gesamtgewicht der Röhre ist einschliefslich Kappe, Schirm und Klappe insgesamt rund 900 kg. Die Kosten einschliefslich Aufstellung an Ort und Stelle betragen etwa 100 Friedensrubel. Ein entsprechend grofses Steingutabzugrohr würde ein Vielfaches wiegen und kosten. Dr. S.

## Signalwesen.

### Selbsttätige Lichtsignale für Vollbahnen.

Der wachsende Verkehr wichtiger Eisenbahnlinien hat eine bedeutende Verdichtung der Zugfolge mit sich gebracht, die es nötig machte, die Strecken in kurze Blöcke zu zerteilen. Die Zahl der Signale und der nötigen Bedienungsmannschaft nimmt dabei entsprechend zu. Es waren zuerst die Stadtbahnen, mit ihrer dichten Zugfolge, die daran gingen, die handbedienten Signale durch selbsttätige zu ersetzen, um an Personal zu sparen und an Sicherheit zu gewinnen. Sie taten weiter den ersten Schritt, die elektrisch oder pneumatisch gestellten Flügel- oder Scheibensignale durch „Lichtsignale“ zu ersetzen. Einerseits wurden dadurch die Anschaffungskosten verringert, andererseits wurde die Sicherheit durch den Fortfall der Signalmechanismen erhöht, unter gleichzeitiger Verminderung der Erhaltungskosten.

Lichtsignale sind bekanntlich Signale, die ihr Zeichen durch verschiedenfarbige Lichter oder einfarbige, ein geometrisches Bild ergebende Lichter, bei Tag und Nacht in gleicher Weise angeben, wobei zur besseren Sichtbarmachung bei Tage vor die Lampen Linsen gestellt sind, so, dafs die Lichtausbeute in der Richtung des Gleises gegen den zu benachrichtigenden Zug am gröfsten ist. Es mag Erstaunen erregen, dafs schon mit 20 Wattlampen eine gute Sichtbarkeit auf 500 m bei grellstem Sonnenschein festzustellen ist. Um die Sichtbarkeit der Lichter von der Verschiedenheit des augenblicklichen Hintergrundes unabhängig zu machen, werden sie auf dunkle Tafeln gesetzt.

Sind selbsttätige Lichtsignale auf Tunnelstrecken von Stadtbahnen die Regel, so geht ihre Einführung auf Vollbahnen nur langsam von statten. Den Anfang machte wohl die elektrisch betriebene New York-New Haven & Hartfordbahn, indem sie die Lichter ihrer Signale auch bei Tage brennen liefs, da in dem Gewirr von Fahrdraht, Tragdraht, Querträgern und Masten der Oberleitung, die Sichtbarkeit und Eindeutigkeit der Flügelsignale wesentlich beeinträchtigt wurde. Die Chicago-Milwaukee & St. Paul-Bahn verwendet heute auf ihrer Strecke im Felsengebirge Lichtsignale mit „Farbenlichtern“, während die Pennsylvaniabahn auf ihren Linien in der Nähe von Philadelphia „Formlichter“ als Signale aufgestellt hat.

#### Französische Lichtsignale.

In Frankreich sind Lichtsignale auf Vollbahnen zum ersten Male Ende 1923 auf den Pariser Vorortstrecken der Staatsbahnen eingeführt worden. Grundsätzlich lehnen sie sich an die Farbenlichter der Chicago-Milwaukee & St. Paul-Bahn an. Die Abbildung stellt ein vollständiges Schema der Anlage dar. Bemerkenswert ist, dafs dabei ein Relais mit drei Stellungen in Anwendung kommt und dafs die Schienen, statt besonderer Drähte, zur Verbindung zwischen den Signalen verwendet werden. Die Signale sind sogenannte „dreistellige“, denn sie zeigen an: „Freie Fahrt“ (zwei weifse Lichter), „Vorsicht“ (ein rotes Licht) und „Halt“ (ein rotes und ein grünes Licht). Aufserdem sind auch vierstellige Signale auf der Strecke Paris Invalides nach Versailles R.G. in Anwendung mit folgenden Anzeigen: „Freie Fahrt“ zwei weifse Lichter; „Vorsicht“ zwei grüne Lichter; für „Halt“ gibt es zwei Formen: ein rotes und ein grünes Licht und zwei rote Lichter. Dieses letzte Zeichen wird vom Stellwerkswärter eingestellt um eine Niveaukreuzungsstelle oder eine Station unabhängig von der selbsttätigen Einrichtung zu decken und hat das Löschen aller übrigen Lichter zur Folge. Auf das hintenliegende Signal wirkt es wie ein Haltzeichen, das heifst es bewirkt dort die Vorsichtstellung.

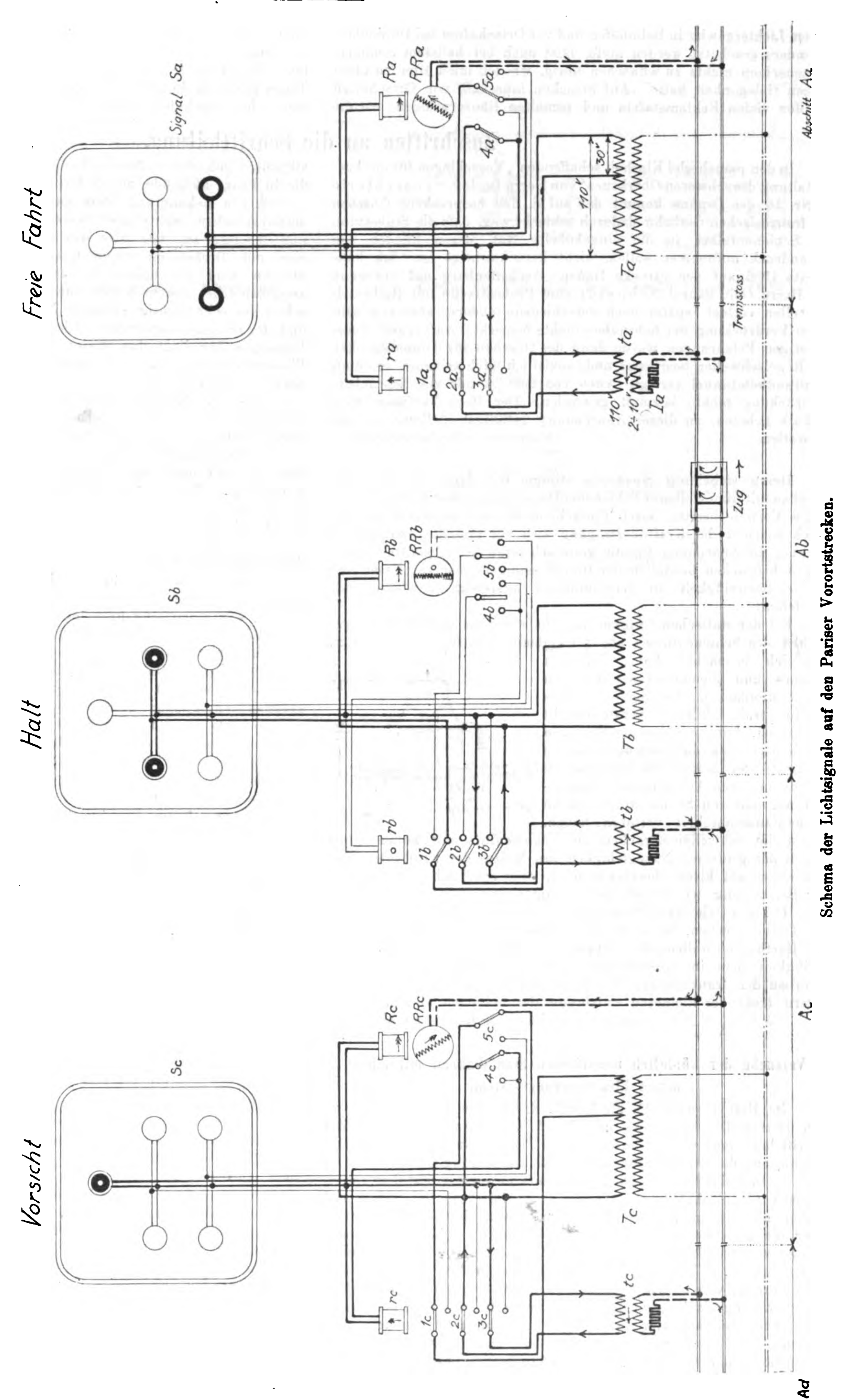
Die Lichter sind auf einer schwarzen Scheibe mit einem schmalen weifsen Rande angeordnet und haben je eine Lampe mit zwei parallel geschalteten Glühfäden, die hinter zwei Linsen, von denen die äufsere farbig ist, gesetzt ist. Die Lampen brennen mit 30 Volt und niedriger Glühtemperatur. Der Signalstrom ist 50 periodiger Wechselstrom von 220 Volt.

Um die sich abspielenden Vorgänge besser verfolgen zu können, sind in der Abbildung vier Gleisabschnitte mit drei Signalen dargestellt und augenblicklich unter Strom stehende Leitungen durch verstärkte Striche hervorgehoben. Ein Zug befindet sich im Abschnitt Ab während mehrere vor ihm liegende Abschnitte unbesetzt seien; das Signal Sa wird also „Freie Fahrt“ anzeigen, und sein Relais ra angezogen sein. Der aus der Signalspeiseleitung gespeiste Transformator Ta wird mit 110 Volt den Transformator ta über die angezogenen Schalter 2a und 3a in einem gegebenem Augenblick in der durch die Pfeile angedeuteten Richtung erregen. Die Sekundärseite von ta setzt die Fahrschienen unter eine Spannung von 2 bis 10 Volt (durch Anzapfungen an ta einstellbar), wobei der Strom in seiner Gröfse durch eine Impedanz Ia begrenzt wird. Der Sekundärkreis von ta ist durch die Räder und Achsen des Zuges im Abschnitt Ab geschlossen. Die Spannung zwischen den Fahrschienen ist praktisch Null, daher auch in der beweglichen Spule RRb des dreistelligen Relais des Signales Sb. Da nur einseitig (RRb) erregt, wird dieses Relais in der gezeichneten Mittelstellung verharren und durch seine Schalter 4b und 5b keinerlei Verbindungen herstellen. Durch 4b ist die Speisung des zweistelligen Relais rb unterbrochen und seine drei Schalter fallen in die untere, gezeichnete Stellung, wobei Schalter 1b die Lichter Rot-Grün (Halt) mit 30 Volt zum Aufleuchten bringt. Andererseits wird der Transformator tb durch die Schalter 2b und 3b von Tb aus mit 110 Volt gespeist — aber —

die Stromrichtung ist die entgegengesetzte wie im ersten Falle*). Desgleichen natürlich auf der Sekundärseite und in den Fahrschienen des Abschnittes Ac und dadurch auch in der beweglichen Spule RRc. Da die Erregung der festen Spulen Ra, Rb, Rc usw. immer dieselbe bleibt, so wird sich RRc, seiner gewechselten Erregung entsprechend, in die gezeichnete Stellung einstellen. Hierbei wird 4c geschlossen und das Relais rc erregt und seine drei Schalter gehoben. 1c und 5c schliefsen den Stromkreis von 30 Volt über das Rotlicht (Vorsicht). Die Schalter 2c und 3c verbinden die 110 Volt Seite von Tc mit tc derart, dafs die Erregung wieder wie im erst geschilderten Falle und entgegengesetzt dem Falle bei Haltstellung, erfolgt. In den Fahrschienen des Abschnittes Ad wird also ein Strom im selben Sinne fliefsen wie im Abschnitt Aa und daher die Anzeige „Freie Fahrt“ des dahinterliegenden, nicht mehr dargestellten Signales Sd hervorrufen, in dem dann der Stromverlauf derselbe ist wie im Signal Sa. Die Stromrichtung in den Fahrschienen Ad-Aa erregt die Relaisspule RRd-RRa in solcher Weise, dafs sich die Schalter 4d-4a und 5d-5a nach links legen. 4d-4a schliefst die Erregung des Relais rd-ra, wodurch 1d, 1a, 2d, 2a, und 3d, 3a angehoben werden. 1d, 1a und 5d, 5a speisen die Weifslichter („Freie Fahrt“) mit 30 Volt, während td, ta von Td, Ta mit 110 Volt im normalen Sinne gespeist wird.

Die Lichtsignale haben sich nach dem was darüber bekannt geworden ist, gut bewährt. Die Fahrmannschaft ist damit zufrieden, da sie vor den sehr zahlreichen, alten Scheibensignalen Klarheit und Einfachheit der Zeichenangabe vorausbaben. Die Deutlichkeit der Anzeige, die

*) Es wurde für deutlicher befunden von Wechsel der Stromrichtung, als von Phasenvertauschung zu sprechen, obzwar es sich hier ja nur um Wechselströme handelt.




Schema der Lichtsignale auf den Pariser Vorortstrecken.

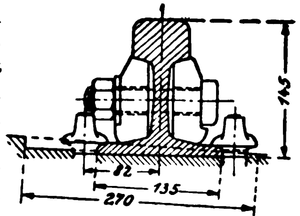
in dem Lichtergewirr in Bahnhöfen und vor Ortschaften bei Dunkelheit besonders geschätzt werden mufs, läfst auch bei hellstem Sommersonnenschein nichts zu wünschen übrig, wie ich mich öfter zu überzeugen Gelegenheit hatte. Auf Strecken innerhalb von Ortschaften mit den vielen Reklametafeln und bemalten Häuserwänden, wo die alten farbigen Scheibensignale oft schwierig lesbar werden, sind die „stechenden Lichter“ entschieden ein Fortschritt im Sinne der Sicherheit. Die Vorteile der Lichtsignale für Gegenden, wo während des Tages plötzlich dicke Nebel auftreten können, brauchen wohl nicht weiter hervorgehoben zu werden. Homolatsch.

## Zuschriften an die Schriftleitung.

In den mancherlei Klarheit schaffenden „Vorschlägen für die Ausgestaltung des schweren Oberbaues“ von Herrn Dr. Ing. Schaechterle in Nr. 16 des Organs kommt der auf S. 320 besprochene Oberbau der französischen Ostbahn dadurch schlecht weg, dafs die Einbettung des Schienenfufses in die eingehobelte Nut, deren Ränder den Seitendruck aufnehmen sollen, nicht berücksichtigt ist. Ich habe bereits 1906 auf der Strecke Hanau—Aschaffenburg auf Anregung des Herrn Geh. Baurat Schneidt eine Probestrecke mit Halbrundschwellen verlegt, später noch verschiedene andere, aber von seitlicher Verdrückung der Schrauben nichts bemerkt. Auf Grund dieser günstigen Erfahrungen wurde dann der Oberbau für Tunnelstrecken mit Regelschwellen bearbeitet und, soviel ich mich erinnere, erstmals im Brandleitetunnel verlegt. Auch von dort ist mir von Schraubenverdrückung nichts bekannt geworden. Der Herr Verfasser wird deshalb gebeten, zu dieser Anschauung gefälligst Stellung nehmen zu wollen. Samans, Oberbaurat a. D.

Herrn Geheimrat Samans stimme ich darin zu, dafs der Oberbau mit unmittelbarer Schienenauflagerung auf Hartholzschwellen grofse Vorteile besitzt, durch Einfachheit der Gesamtanordnung und durch Klarheit der Kraftübertragung sich vor anderen auszeichnet. Ob aber die Anordnung für die ganz schweren Betriebsmittel bis zu 25 t Achsdrücken bezüglich der Holzpressungen quer zur Faser und der Seitensteifigkeit in Krümmungen ausreicht, erscheint mir zweifelhaft.

Bei der statischen Untersuchung habe ich die seitlichen Anlageflächen des Schienenfufses am Schwellenholz nicht berücksichtigt, weil ich beobachtet habe, dafs ein genaues und gleichmäfsiges Anliegen der Seitenflächen des Schienenfufses am Holz praktisch nicht überall erreicht worden ist. Auf verschiedenen Strecken habe ich gesehen, dafs sich die Schienen im Laufe der Zeit stark eingefressen und die niederen Anlageflächen namentlich am äufseren Schienenfufsrand an Widerstandsfähigkeit verloren haben.




Wenn die Schwellenschrauben am Schienenfufs satt anliegen, ist wegen der gröfseren Nachgiebigkeit des Holzes der Kraftanteil, der von Eisen auf Eisen übertragen wird, sehr erheblich. Ich habe in der Berechnung, wie üblich, den ungünstigsten Fall untersucht.

Der von Geheimrat Samans ausgearbeitete Reichsbahnoberbau für Tunnelstrecken, bei dem der Schienenfufs in ausgehobelte Nute der Hartholzschwellen eingebettet ist, dürfte bezüglich der Seitensteifigkeit dem in vorstehender Abbildung angestellten schweren Oberbau der französischen Nordbahn mit abgedächselten Schienenlagern trotz der kleineren Fufsbreite der Schienen überlegen sein.

Dr. Schaechterle, Reichsbahnoberrat.

### Versuche der königlich ungarischen Staatsbahnen mit einem neuen Elektrisierungssystem.

Im Heft 11 vom 15. Juni 1925, S. 266 des Organs ist von den Herren Dr. K. Sachs und Dr. A. Couwenhoven eine Zuschrift betreffend meinen unter obigem Titel veröffentlichten Aufsatz erschienen, die der Erwiderung und Richtigstellung bedarf.

1. Dafs das Kandósche Phasenumformersystem mit dem amerikanischen Spaltphasensystem verwandt ist, habe ich schon viel früher als die genannten Herren, und zwar gleich in der ersten über die Elektrisierungsarbeiten der königlich ungarischen Staatsbahnen veröffentlichten Arbeit (siehe Elektrotechnik und Maschinenbau 1920, H. 2, S. 41.) betont, ja sogar entschieden darauf hingewiesen, dafs Herr K. v. Kandó die Spaltphasenlokomotiven der Norfolk & Western Bahn als Ausgangspunkt der neuen Entwicklung genommen hat. Diese einmal klar festgestellte und auch in anderen über diesen Gegenstand veröffentlichten Aufsätzen zumeist gestreifte Tatsache immer wieder und insbesondere in einer so kurz und ganz allgemein gehaltenen Beschreibung der ungarischen Probeanlage wie die in Frage stehende, zu wiederholen, scheint mir überflüssig.

2. Die Behauptung, dafs das Kandósche System „mit dem amerikanischen „splitphase“-System prinzipiell identisch ist“, trifft nur insofern zu, dafs hier wie dort unter einpoliger Fahrleitung eine mit Drehstrommotoren ausgerüstete Lokomotive läuft. Im übrigen sind die beiden Systeme prinzipiell verschieden. Das amerikanische System beruht auf Phasenspaltung, wobei — wie schon der sehr richtig gewählte Name andeutet — der Einphasen- und der Dreiphasenstromkreis miteinander elektrisch verbunden sind. Demgegenüber liegt das Wesen des Kandóschen Systems in der Phasenumformung, wobei der Einphasen- und Dreiphasenstromkreis voneinander elektrisch getrennt sind. Eben diese Trennung — d. h die Verlassung des Prinzipes der Phasenspaltung — hat es ermöglicht jene sehr wesentlichen Vorteile zu sichern, die dem Kandóschen System so charakteristisch eigen sind.

3. Auf die Möglichkeit der Anwendung des Spaltphasensystems für den Fall einer mit 50 periodigem Einphasenstrom gespeisten Fahrleitung, haben öffentlich erstmalig nicht die Herren Dr. K. Sachs und Dr. A. Couwenhoven, sondern Prof. Ing. Beck, (Innsbruck) und Ing. Buchleitner (Salzburg) in einer: „Ein Vorschlag zur Elektrisierung der Bahnen nach dem Prinzip der Phasenumformung“ betitelten kleinen Schrift hingewiesen, welche in Innsbruck im Juni 1918, d. h. ein Jahr vor dem Aufsatz der genannten Herren erschienen ist.

4. Die ungarische Probelokomotive wurde von Dr. v. Kandó im Jahre 1917 entworfen und 1918 in Bau genommen, wie ich das in mehreren Aufsätzen, so auch in dem im Organ erschienenen festgelegt habe. Die Bemerkung der Herren Dr. K. Sachs und Dr. A. Couwenhoven, dafs „die von ihnen im Jahre 1919 gegebenen Anregungen nicht ungeachtet geblieben sind“ ist somit wohl in dem Sinne richtigzustellen, dafs sie die Anregung zu einer ähnlichen Lösungsart — wenigstens vor der Öffentlichkeit — zu jener Zeit gegeben haben, in welcher das Kandósche System bereits seit über zwei Jahren vollständig ausgearbeitet und die erste Probelokomotive seit über einem Jahr bereits in Bau genommen war.

Budapest, am 30. Juni 1925. L. von Verebély.

Zur obigen Erwiderung des Herrn von Vérébely seien uns die nachfolgenden Bemerkungen gestattet.

Das bei der ungarischen Probelokomotive angewendete System der Phasenformung ist aus dem Grunde prinzipiell dasselbe wie das bei den Lokomotiven der Norfolk & Western Bahn, der Pensylvania Bahn und der Virginian Ry angewendete „split-phase“-System, weil die physikalischen Vorgänge in den der Phasenumformung oder -spaltung dienenden Maschinen genau dieselben sind. In den amerikanischen Veröffentlichungen wird auch die Umformermaschine immer als „phase-converter“ bezeichnet. Die Trennung der primären Einphasenwicklung von der sekundären Dreiphasenwicklung wird bei der ungarischen Maschine ganz unabhängig von dem angewendeten Regelungsverfahren vor allem dadurch zur Notwendigkeit, dafs erstere umittelbar für 15000 Volt bemessen wurde.

Es lag uns fern, mit dieser Feststellung die hohen Verdienste K. von Kandós im allgemeinen wie um die geistreiche Fortbildung des Phasenumformersystems im besonderen irgendwie schmälern zu wollen.

Die Priorität des Beck-Buchleitnerschen Flugblattes aus dem Jahre 1918 in der Frage der Verwendungsfähigkeit des Phasenumformersystems für 50 Per/Sek haben wir ohne weiteres öffentlich anerkannt (siehe E. u. M. 1920, S. 92), weil wir eben auf dem Standpunkt stehen, dafs letzten Endes, wenn derartige Prioritätsstreitigkeiten nicht ins Uferlose gehen sollen, einzig das Datum der Veröffentlichung mafsgebend sein kann und nicht der Zeitpunkt des Entstehens der Arbeit.

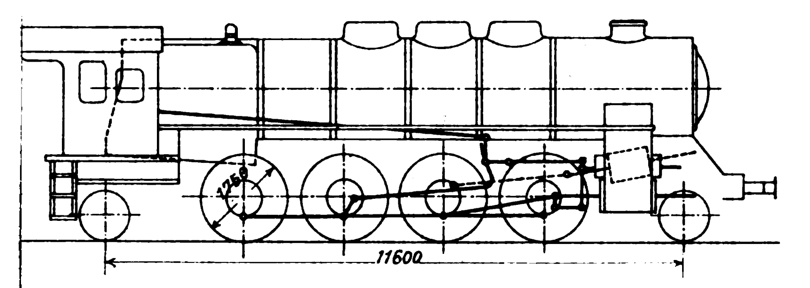
Baden (Schweiz), 7. August 1925.

Dr. K. Sachs, Dr. A. Couwenhoven.

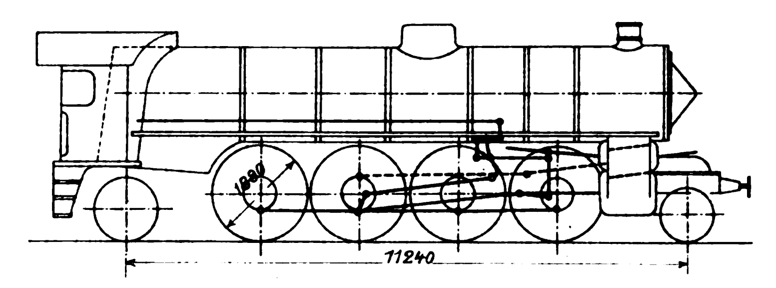
Wir halten hiermit die Angelegenheit für erledigt.

Die Schriftleitung.

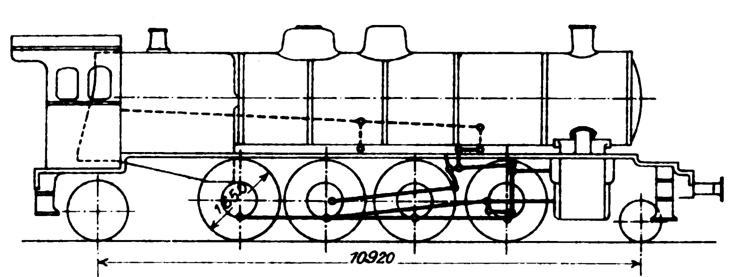
Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.



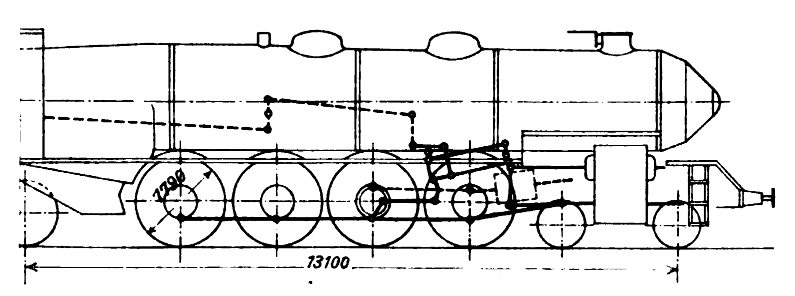

**Ordn. Nr. 25: 1 D 1 - h 3 Lok. der Preuss. Staatsbahn.**



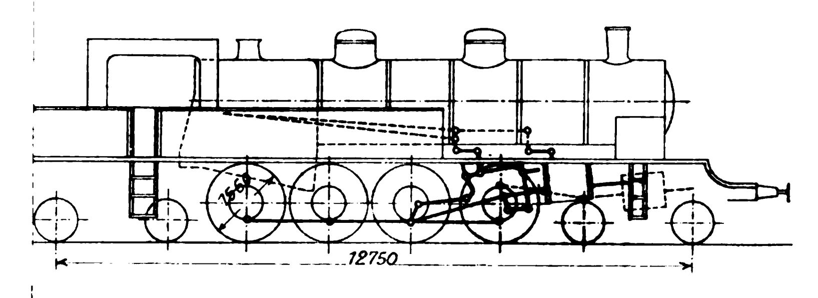

**Ordn. Nr. 26: 1 D 1 - h 4 v Lok. der Jtal. Staatsbahn.**



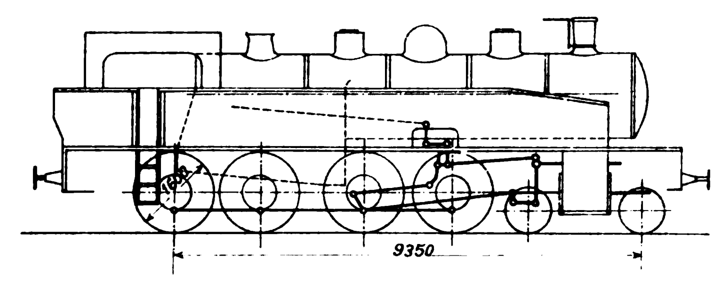

**Ordn. Nr. 27: 1 D 1 - h 2 Lok. der Franz. Staatsbahn.**



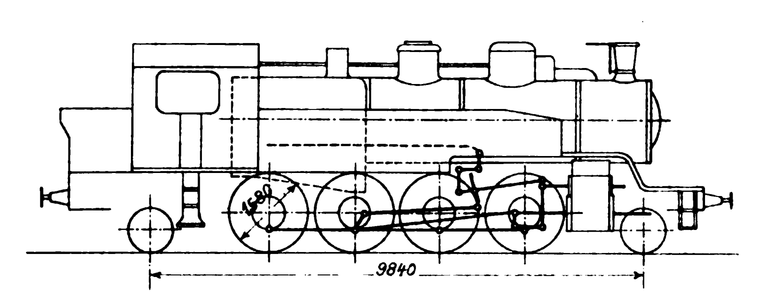

**Ordn. Nr. 28: 2 D 1 - h 4 v Lok. der P. L. M. Bahn.**



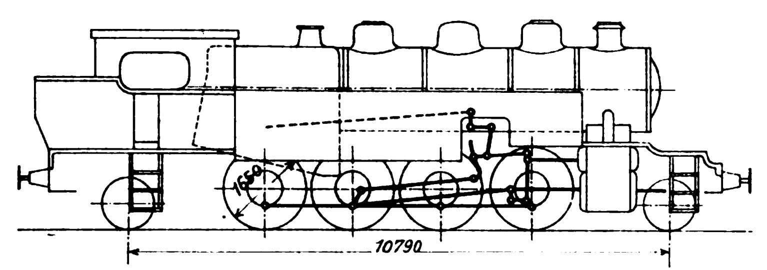

**Ordn. Nr. 31: 2 D 2 - h 4 v Tenderlok. d. Span. Nordbahn.**



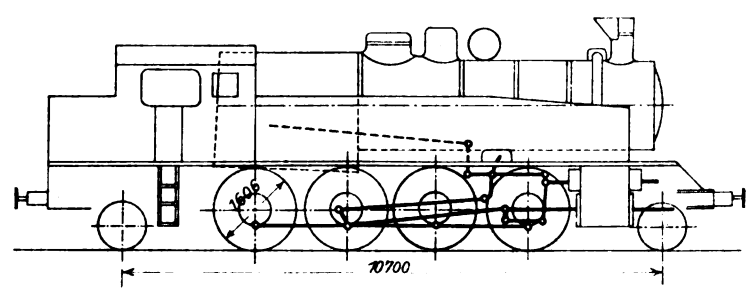

**Ordn. Nr. 32: 2 D - h 2 Tenderlok. d. Franz. Südbahn.**



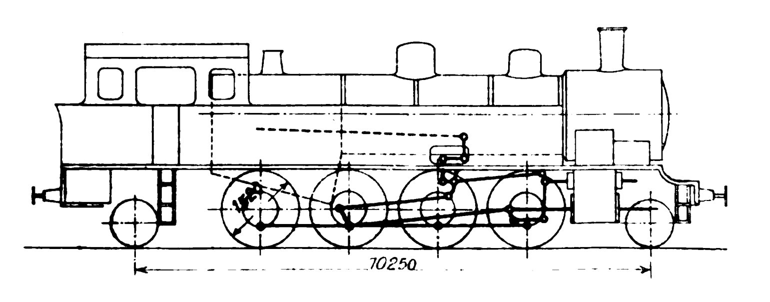

**Ordn. Nr. 33: 1 D 1 - h 2 Tenderlok. d. Franz. Ostbahn.**




**Ordn. Nr. 34: 1 D 1 - h 2 Tenderlok. der P. O. Bahn.**

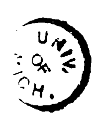



**Ordn. Nr. 35: 1 D 1 - h 2 Tenderlok. d. Ungar. Staatsbahn.**




**Ordn. Nr. 36: 1 D 1 - h 2 Tenderlok. d. Portug. Eisenb. Ges.**

Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

**Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen**

**Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

**80. Jahrgang** | **15. November 1925** | **Heft 21**


# Eisenbahnwerkstätten II.

## Das Lokomotivausbesserungswerk Schwerte.


Von Reichsbahnrat **Köpke**, Werkdirektor in Witten.


Hierzu Tafel 29 bis 33.

Allgemeine Anordnung des Werks, die hauptsächlichsten Gebäude, Lokomotivhalle mit Dreherei, Kesselschmiede, Schmiede und Kraftwerk, Gang der Lokomotiven durch das Werk und Arbeitsgang in der Lokomotivhalle und der Kesselschmiede.

Der raschen Entwicklung des Verkehrs auf den deutschen Eisenbahnen im ersten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts und dem dadurch bedingten gewaltigen Anwachsen des Lokomotiv- und Wagenparks ist die notwendige Erweiterung der Werkstättenanlagen nur allmählich nachgefolgt. Erst im zweiten Jahrzehnt ist eine Reihe grofser Lokomotiv- und Wagenausbesserungswerke entstanden, von denen einige kurz vor dem Kriege, andere während des Krieges fertiggestellt wurden, während die Ausführung anderer Entwürfe infolge des Krieges verschoben werden mufste Zu den letzteren gehört das Lokomotivausbesserungswerk Schwerte, dessen erste Pläne aus dem Anfang des Jahrzehnts stammen, dessen Bau aber wegen des Krieges nicht begonnen wurde.

Am 1. Oktober 1918 wurden die Erdarbeiten in Angriff genommen und nach Beendigung des Krieges beschleunigt, um Arbeitsgelegenheit für heimkehrende Krieger zu schaffen. Die Absicht bei Errichtung des Werkes in Schwerte war, möglichst nahe dem Industriegebiet, dem Aufkommenszentrum der Schadlokomotiven, für die Lokomotivausbesserung eine Werkstatt zu bauen, deren Anlage so grofszügig sein sollte, dafs sie auf sehr lange Zeit hinaus dem Anwachsen des Verkehrs genügte bzw. entsprechend erweitert werden konnte. Man fafste eine Riesenwerkstatt ins Auge mit 384 Ständen, von denen $^1/_4 = 96$ beim ersten Ausbau hergestellt werden sollten. Von diesem Programm ist etwas abgestrichen worden. Immerhin lassen die Anlagen und das Gelände eine Erweiterung auf das Dreifache dieser Zahl noch zu.

Das Werkstättenwesen hat nach dem Kriege eine sprunghafte Entwicklung durchgemacht, die noch nicht abgeschlossen ist. Die Änderungen im Arbeitsverfahren beeinflussen naturgemäfs den Bau der Werkstättenanlagen. Eine Lokomotivwerkstätte würde heute den geänderten Arbeitsverfahren entsprechend anders gebaut werden. Dennoch glaube ich, dafs die Beschreibung des Baues mit den genauen Einzelheiten bei dem Mangel an Veröffentlichungen über Werkstättenbauten in der Literatur auch heute noch Interesse hat.

**Lageplan und allgemeine Anordnung** (siehe Taf. 29, Abb. 1 und Textabb. 1). Das Werkgelände erstreckt sich in westöstlicher Richtung längs der Strecke Schwerte—Arnsberg—Kassel; es hat etwa 1,5 km Länge und 0,5 km gröfste Breite. Es steigt von der Strecke aus nach Nordwesten an, so dafs umfangreiche Erdarbeiten nötig waren, um ebenes Gelände herzustellen. Der Abtrag ist an der höchsten Stelle 9 m, der höchste Auftrag an der südöstlichen Ecke etwa 5 m hoch. Die Werkfläche liegt auf 127,45 m über N. N., etwa 3,70 m über der Strecke Schwerte—Arnsberg. Dieser Höhenunterschied wird von den zum Werk fahrenden Lokomotiven und Wagen auf einer Rampe mit 1 : 60 Steigung überwunden. Für den Personenverkehr zum Werk ist der Bahnhof Schwerte Ost errichtet und für den Lokomotiv- und Magazinwagenverkehr ein eigener Werkbahnhof mit fünf Gleisen gebaut worden.

Eine Übersicht über die ganze Anlage aus der Vogelschau gibt Taf. 29. Es liegen das Verwaltungsgebäude mit dem Haupteingang, dem Badehaus, der Lehrlingswerkstatt und der Speiseanstalt zu einer hübschen Gebäudegruppe vereinigt, im Süden des Geländes gegenüber dem Bahnhof Schwerte Ost (Textabb. 2). Gegenüber auf der Nordseite sind die Lagergebäude, das Werkstoff- und das Eisenlager angeordnet mit den zur Zuführung und Aufstellung der Wagen erforderlichen Gleisen.

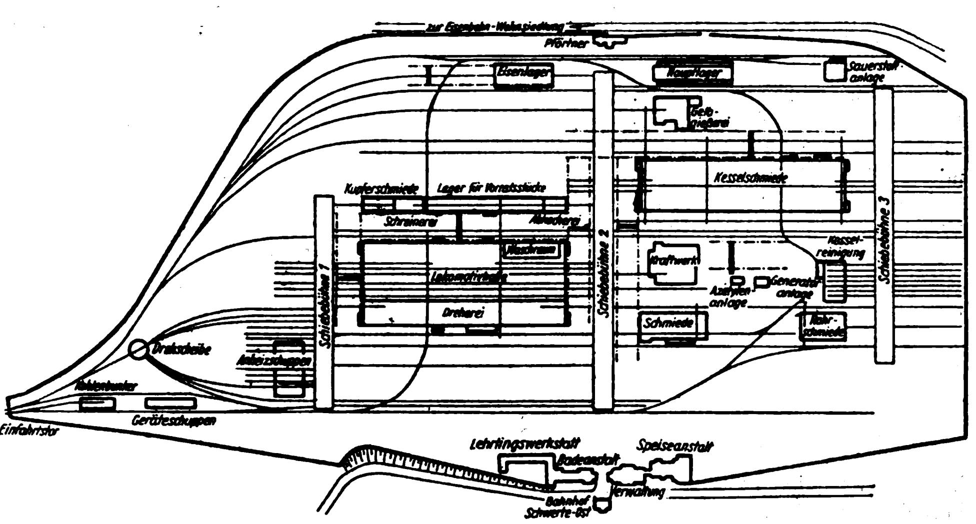



Abb. 1. Übersichtsplan des Eisenbahnausbesserungswerks Schwerte.

Dort liegt auch ein zweiter Eingang zum Werk für die in der Siedlung wohnenden Arbeiter.

Die Lokomotivhalle ist nach dem Längsgleissystem gebaut und in der Längsrichtung des Geländes West-Ost, angelegt, beiderseitig vor den in der Nord-Südrichtung laufenden Schiebebühnen 1 und 2 zugänglich gemacht. Auch sämtliche anderen Gebäude mit Ausnahme des Anheizschuppens und der Kesselreinigungshalle haben ihre Längsachse in derselben Richtung. Nördlich der Lokomotivhalle liegt das Lagerhallengebäude mit Abkocherei, Schreinerei und Kupferschmiede, das als Seitenschiff der später zu errichtenden Tenderhalle gedacht ist. Zwischen beiden liegt ein von zwei Kranen bestrichener 28 m breiter Hof der zur Lagerung von Rahmen, Kesseln, Achsen und Führerhäusern bestimmt ist. Gegenüber der Giebelseite der Lokomotivhalle jenseits der Schiebebühne 2 (Abb. 3)

liegen die Schmiede und das Kraftwerk; weiter nördlich folgen noch die Kesselschmiede und die Gelbgiefserei. Die Zufahrt zur Kesselschmiede auf der Ostseite erfolgt durch die Schiebebühne 3, an welche nach Süden zu die zur Kesselschmiede gehörigen Nebengebäude, Kesselreinigung und Rohrschmiede gelegt sind.

Nach dem Bauprogramm sollten im ersten Ausbau 96 Lokomotivstände erbaut und eine Erweiterung auf das Vierfache vorgesehen werden. Wenn auch diese Forderung während des Baues ermäfsigt wurde, so war die geforderte Gröfse noch so erheblich, dafs die Gleisanlagen, die Hofräume und die Nebenanlagen wie z. B. das Lager gleich mit Rücksicht darauf vorgesehen werden mufsten. Daraus erklärt sich die Weiträumigkeit der ganzen Anlage mit grofsen Hofplätzen, Hofkrananlagen und Abstellgleisen. Wenn auch durch Vergröfserung der Hallen neue Lokomotivstände geschaffen werden können, so lassen sich doch die Gleisanlagen, die Hofräume, ferner die Lagerhäuser und die Probefahrtanlagen nicht jederzeit beliebig erweitern; sie müssen vielmehr von vornherein für die Erweiterung berechnet werden.

Der Entwurf des Gleisplanes ist nach folgenden Grundsätzen aufgestellt worden: 1. Trennung des Wagenverkehrs im Werk von dem Weg der Lokomotiven. Aus diesem Grunde wurden die Lagerhallen seitab nach Norden gelegt und die Zufahrgleise unmittelbar hinter der Einfahrt zum Werk, von den Gleisen für den Lokomotivverkehr abgetrennt. 2. Richtungsbetrieb für den Lokomotivverkehr, d. h. Trennung der Wege für die einfahrenden und ausfahrenden Lokomotiven. 3. Besondere Gleise für den Stoff- und sonstigen Transport im Werk. Diese Forderungen sind bei der Ausführung von Gleisanlagen berücksichtigt worden. Damit sind alle Mafsnahmen getroffen um auch bei ganz bedeutender Vergröfserung der Anlage einen glatten Betrieb auf den Werksgleisen zu gewährleisten.

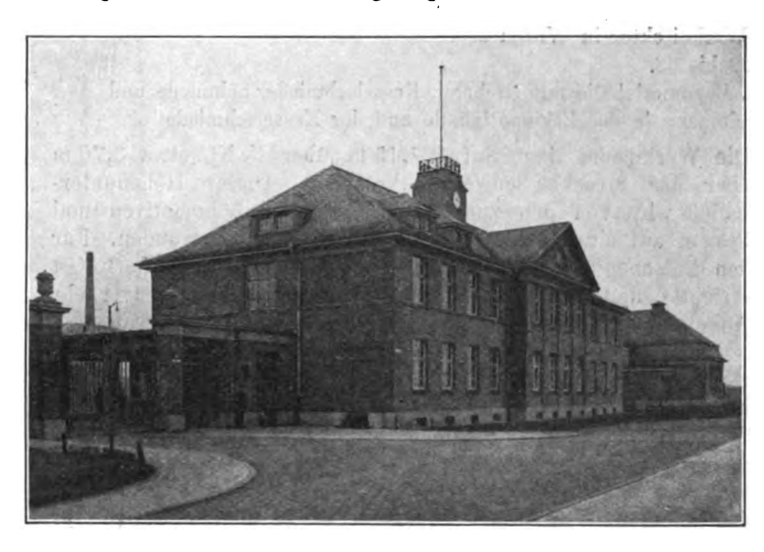


Abb. 2.
Haupteingang, Verwaltungsgebäude und Speiseanstalt.

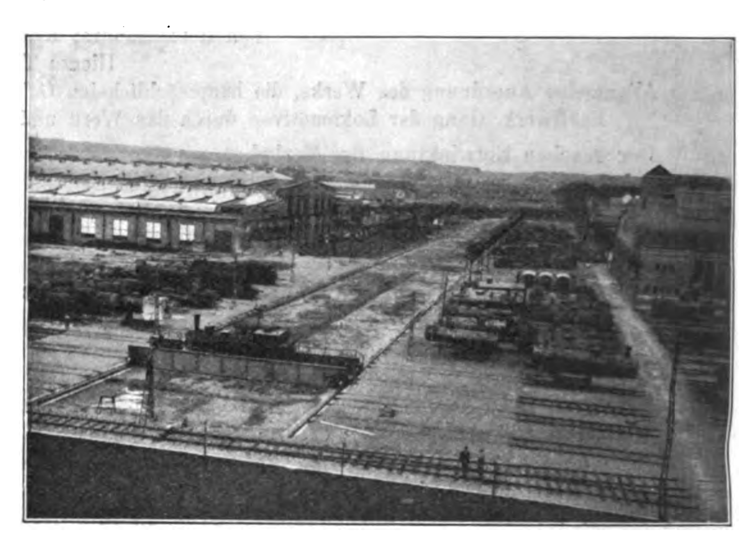


Abb. 3. Blick auf die Schiebebühne II; Links Lokomotivhalle, Lagerhalle und Eisenlager; rechts Schmiede, Kraftwerk und Kesselschmiede.

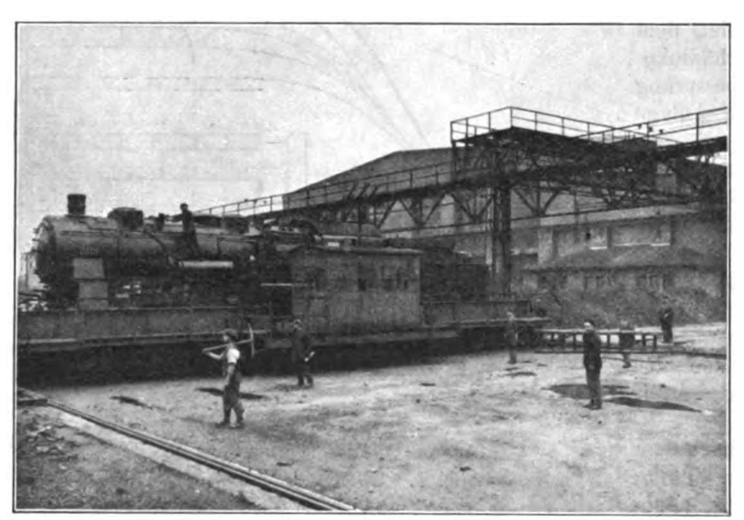


Abb. 4. Schiebebühne II vor der Lokomotivhalle.

Gang der Lokomotiven durch das Werk: Die eingehenden Schadlokomotiven gehen vom Werkbahnhof über das Rampengleis und ein Ausziehgleis in die westliche Einfahrt zum Werk. Sie bleiben auf den südlichen Gleisen und laufen vorbei am Kohlenlager, wo die Tender entleert werden können, zum Geräteschuppen. Hier werden die Lokomotivgeräte und Laternen zur Aufbewahrung und Ausbesserung abgegeben. Auf der Aschengrube am Kohlenlager werden Aschkasten und Rauchkammer gereinigt; hier soll auch der Hauptkuppelbolzen zwischen Lokomotive und Tender gelöst werden. Der Tender wird abgekuppelt und auf den Abstellgleisen der Schiebebühne 1 abgestellt, oder er wird mit zur Schiebebühne 2 genommen, dort abgestellt, oder in die Lokomotivhalle zur Ausbesserung gebracht. Die Schiebebühne 2 (20 m Bühnenlänge und 150 t Tragkraft) bringt die Lokomotive auf die Gleise vor der Giebelwand der Lokomotivhalle (Abb. 4). Hier können die Feuerbüchse mit einem Handsandstrahlgebläse und die Siede- und Rauchrohre mit Prefsluft ausgeblasen werden. Ebenfalls können hier, wenn die Halle besetzt ist, schon der Dom und die Dampfrohre in der Rauchkammer abgenommen werden. Die Lokomotive kommt nun in die Halle auf die Abbaustände im östlichen Teile. Hier wird sie von den Achsen gehoben, und hier werden die auszubessernden Teile abgenommen bzw. wird die Lokomotive hier, wenn eine grofse Ausbesserung mit innerer Untersuchung des Kessels vorgenommen werden mufs, zerlegt. Die abgenommenen Teile gehen auf den Quergleisen in die Abkocherei oder die Zubringerwerkstätten, während die Lokomotive mit den Kranen auf den Arbeitsstand gehoben wird. Sind gröfsere Ausbesserungen am Kessel nötig, so wird der Kessel ausgebaut und über die Schiebebühne 2 zur Kesselschmiede gebracht. Der Rahmen kommt zur Aufnahme des Ersatzkessels auch auf einen Arbeitsstand in der Halle oder wird, wenn kein Ersatzkessel verfügbar ist, auf dem Hof nörd-

lich der Halle abgestellt. Die ausgebesserten bzw. ersetzten Teile wandern auf den Quergleisen wieder der Lokomotivhalle zu und werden angebaut. Für die Schlosserarbeiten an den Lokomotiven sind Sondergruppen gebildet werden, die ihre festen Stände haben, zu denen die Lokomotiven mit den Kranen hin befördert werden. Die Lokomotive wird, wenn sie fertig ist, auf der Westseite der Halle auf Achsen gesetzt und geht über die Schiebebühne 1 zum Anheizschuppen, wird dort mit dem Tender gekuppelt und zur Probefahrt angeheizt. Auf den Gleisen vor dem Anheizschuppen können die Nacharbeiten, die nach der Probefahrt nötig sind, ausgeführt worden. Ist die Lokomotive ganz fertig, so wird sie wieder angeheizt und dem Betriebe übergeben. Sie geht dann über die Drehscheibe zurück zum Geräteschuppen zum Empfang der Geräte und Laternen, nimmt Kohlen und Wasser und verläfst das Werk wieder im Westen.

### Die Lokomotivhalle.

Die Lokomotivhalle (Taf. 30) mit einer inneren Länge von 207 m und einer Breite von 83 m hat fünf Schiffe und zwar zwei von je 21 . 365 m Spannweite zur Aufnahme der Lokomotiven. An diese eigentliche Lokomotivhalle sind beiderseitig je ein Schiff von 15 m Spannweite angebaut für die Grofsdreherei und endlich lehnt sich auf der Südseite an das 15 m Schiff noch ein niedriges Schiff von 10,3 m Breite an, in welchem die Kleindreherei untergebracht ist. Die Erweiterung der Lokomotivhalle war ursprünglich so gedacht, dafs das jetzt stehende Gebäude ohne das 10,3 m breite Schiff nach Süden zu spiegelbildlich wiederholt werden sollte, so dafs eine Halle von 156,2 m Breite entstehen würde. Dem geänderten Verhältnis von Lokomtivständen zu den Zubringerwerkstätten entsprechend wird aber wahrscheinlich ein anderer Querschnitt der Erweiterung zu Grunde gelegt werden.

Der Grundrifs der Lokomotivhalle ist auf Taf. 30, Abb. 1 dargestellt. Bis auf die nordöstliche Ecke ist die Halle ebenerdig. Dort ist im nördlichen Seitenschiff auf 64 m Länge eine Decke eingezogen. Im Untergeschofs sind die Wasch- und Ankleideräume untergebracht, während oben Büros ihren Platz gefunden haben. Die Meisterstuben sind teils als niedrige Anbauten der Längswand und den Giebelwänden vorgesetzt worden. Da aber die Beaufsichtigung von hier aus wegen der grofsen Entfernungen nicht ausreichte, sind an drei Stellen in der Halle und der Kleindreherei Meisterstuben hochliegend eingebaut worden. Die darunterliegenden Räume fanden als Werkzeugausgaben Verwendung. Es sind vier Quergleise angeordnet, zwei an den Giebelwänden mit 2,8 m Mittenentfernung von der Wand. Die beiden anderen Gleise haben von diesen Giebelgleisen 64 m Abstand. Für die Halle ist der Trierer Querschnitt als Muster genommen worden. Sie hat die Lokomotivhebekrane oben und darunter laufend die Rüstkrane. In jedem Schiff laufen zwei Hebekrane von je 50 t Tragfähigkeit und zwei Krane von 5 t Tragkraft. Die Kranbahnhöhe der Hebekrane ist 10 m über S. O., die der Leichtkrane 6,85 m. Die Spannweiten betragen 20,15 m für die 50 t und 19,4 m für die 5 t Krane. Die Unterkante der Dachbinder liegt auf 12,5 m über S. O., die Unterkante der 50 t Krane auf 9,6 m, die Unterkannte der 5 t auf 7,5 m, so dafs zwischen den Lokomotiven und den Kranen genügend freie Höhe bleibt.

Jede Halle hat drei Längsgleise mit je 6,2 m Mittenabstand. Der Abstand der Aufsengleise von den Pfeilermitten ist 4,5 bzw. 4,465 m. Die Gleisabstände sind für die neueren Arbeitsverfahren, bei denen darnach gestrebt wird, Abbau und Aufbau möglichst abzukürzen, und bei welchen infolgedessen eine grofse Menge Teile neben der Lokomotive abgelegt und eine gröfsere Anzahl Leute als früher angesetzt werden müssen, zu klein. Besonders ist der Platz zwischen den Aufsengleisen und den Säulen und den dort stehenden Werkbänken zu sehr beengt. Ablegegruben zwischen den Gleisen sind nicht vorgesehen worden. Sie bilden unangenehme Unterbrechungen im Fufsboden, da die Abdeckungen nicht tragfähig genug sind. Die Deckel müssen auch frei bleiben, wenn die Gruben zugänglich bleiben sollen. Sie werden ferner leicht dazu führen, dafs der Aufsicht entzogene Hamsterlager darin angelegt werden.

Die Lokomotivhebekrane sind elektrisch gekuppelt und werden beide von einem Führerstand aus durch einen Mann gesteuert. Es mag hier erwähnt werden, dafs das Fahren einer Lokomotive mit zwei getrennt gesteuerten Kranen nicht so ungefährlich ist, wie es bisher im Schrifttum hingestellt wurde. Es sind dem Verfasser doch zwei Fälle bekannt geworden, bei welchen die in den Kranen hängenden Lokomotiven abgestürzt sind, glücklicherweise ohne Leute zu verletzen. Der Absturz ist in einem Falle dadurch verursacht worden, dafs beim Querfahren der Lokomotive der Fahrmotor der einen Katze aussetzte, und, da der Führer dieses Kranes nicht aufpafste, die Lokomotive sich schräg stellte und von den Traversen abrutschte. Ein derartiger Unfall ist indes auch bei gemeinsamer Steuerung von einem Führerstand theoretisch denkbar, weil ja die Katzen auch einzeln verfahren werden müssen, damit man Ungleichheiten in der Gleislage oder den Katzfahrbewegungen ausgleichen kann. Um Unfälle bei dieser Einzelsteuerung auszuschliefsen, ist die elektrische Schaltung in Schwerte so eingerichtet worden, dafs die Einzelsteuerung einer Katzfahrbewegung nur möglich ist, solange sich die Lokomotive dicht über dem Boden befindet. Andernfalls wird der selbsttätige Hauptschalter gesperrt. Nach meinen Erfahrungen wird neben der elektrischen auch eine mechanische Kupplung der beiden Hebekrane immer zweckmäfsig sein. Die Anordnung der Leichtkrane unter den Hebekranen hat bisher befriedigt. Es sind auf jeder Fahrbahn zwei dieser Krane, im ganzen also vier Stück vorhanden.

Die Textabb. 5 und 6 geben die Hebekrane mit angehängten Kessel und angehängter Lokomotive wieder. Auf ersterem Bild ist die Aufhängevorrichtung zu sehen, mit welcher in Schwerte die Kessel aus dem Rahmen gehoben werden. An den Querträgern sind zwei Pratzen befestigt, von denen eine im Feuertürloch, und die andere im Türloch der Rauchkammerstirnwand angreifen. Die hintere Pratze ist sehr kräftig aus Blechen und Profileisen hergestellt und hat so grofse Ausladung, dafs der Reglerbock und die Kesselausrüstung nicht abgenommen zu werden brauchen. Die Pratzen werden an den Querträgern mit Laschen und Bolzen befestigt. Zur Aufnahme der Bolzen sind an jedem Träger zwei geschmiedete Rosetten angebracht. Die Bolzen haben Handgriff und Bajonettverschlufs, so dafs sie in kürzester Zeit eingesetzt und gelöst werden können.

Die Abb. 5 und 6 geben ein gutes Bild von der Einrichtung der Halle, sowie von den Lichtverhältnissen. Fenster und Oberlichter sind gut sichtbar.

Aus dem Grundrifs der Lokomotivhalle (Taf. 30, Abb. 1) ist zu ersehen, dafs in dem südlichen Schiff die drei Längsgleise mit Gruben vollständig durchgeführt worden sind, während im nördlichen Schiff im Osten nur drei Arbeitsgruben von je 42 m Länge und im Westen drei desgleichen von je 60 m ausgeführt worden sind. Der in der Mitte der Halle dadurch frei werdende Raum ist für eine Rahmenwerkstatt vorgesehen worden. Bei dieser Einteilung war der Gedanke mafsgebend, dafs im nördlichen Schiff vorzugsweise ganz schwere Ausbesserungen gemacht werden sollten, bei welchen die Lokomotiven auf den Abbauständen im Osten ganz zerlegt werden sollten und die Einzelteile in die Zubringerwerkstätten abwandern sollten, um dann auf den Gruben im Westen wieder zusammengebaut zu werden. Im südlichen Schiff dagegen sollten mittlere und leichtere Schäden ausgebessert werden, bei welchen Kessel und Rahmen zusammenbleiben können. Bei dem stofs-

weisen Anfall der Arbeit und den häufigen Änderungen der Typen hat sich dieser Plan nicht immer durchführen lassen. Es sind in letzter Zeit im Durchschnitt 50 Lokomotiven in

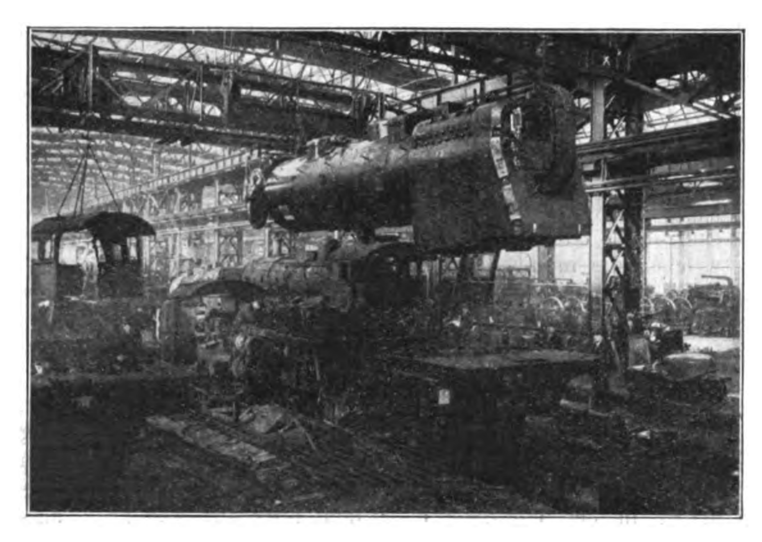


Abb. 5. Lokomotivhebekran beim Ausbau eines Kessels.



Abb. 6. Hebekran mit angehängter Lokomotive.

der Halle aufgestellt gewesen. Der Ausgang beträgt 20 bis 25 schwere Ausbesserungen im Monat.

Lage der Zubringerwerkstätten: Dreherei und Lokomotivhalle sind in einem Gebäude vereinigt. In der nördlich der Lokomotivhalle liegenden 16 m breiten und 207 m langen Halle befindet sich auf der Ostseite die Abkocherei, nach Westen zu folgen die Lagerhallen, Führerhauswerkstatt, Instandsetzungswerkstatt, Schreinerei und Kupferschmiede. Gegenüber der Dreherei jenseits der Schiebebühne 2 liegt die Schmiede, die über die Schiebebühne auf dem Gleis mit Plattformwagen zugänglich ist, die aber auch mit dem Elektrokarren auf einem durch die Schiebebühnengrube führenden gepflasterten Fahrweg direkt erreicht werden kann. Etwas weiter ab liegt die Kesselschmiede, doch ist dies nicht von grofser Bedeutung, da die Fahrten mit Kesseln von der Lokomotivhalle zur Kesselschmiede und zurück nicht so häufig stattfinden. Die Zubringerwerkstätten liegen demnach günstig zur Lokomotivhalle. Der Transport zur Dreherei und Abkocherei geht direkt auf den Quergleisen in kürzester Entfernung vor sich. Von den Quergleisen werden die Teile mit den Hallenkranen abgehoben und in die Dreherei befördert bzw. mit dem Abkochereikran in die Bottiche gebracht. Hierzu sind Plattformwagen mit Rollenlagern in Gebrauch. Aufserdem leisten die Elektrokarren sehr gute Dienste. Sie ersetzen die Hängebahn durchaus. Zur Zeit sind davon drei Stück in Gebrauch.

Materialbeförderung: Die Beförderung von Werkstoffen aus den Lagern in die Halle geschieht durch einen besonderen Zug, der von einer Benzollokomotive nach regelmäfsigem Fahrplan gefahren wird. Um die schweren Schiebebühnen nicht für derartig leichte Beförderungen benutzen zu müssen, ist für den Stoffzug ein besonderes Gleis (Textabb. 1) angelegt worden, das die Schiebebühnen umfährt. Da die Benzollokomotive einen sehr kleinen Radstand hat, können sehr enge Gleisbogen verwendet werden. Es sind sämtliche Gebäude an dies Gleis angeschlossen.

Dreherei: Die Dreherei ist in den drei neben der Lokomotivhalle liegenden Schiffen untergebracht. Es liegt ein Längsschiff von 15 m Breite im Norden, in welchem die Räder- und Achslagerwerkstatt und die Werkstatt für Luftpumpen und Vorwärmer eingerichtet sind, und zwei Schiffe von 15 m und 10,3 m Breite auf der Südseite der Lokomotivhalle. Das breitere Schiff enthält von Osten nach Westen fortschreitend die Stangenwerkstatt, die Kolben- und Schieberwerkstatt, die allgemeine Grofsdreherei, die Gangwerkbearbeitung, Brems- und Ausgleichhebelwerkstatt und am westlichen Ende die Armaturschlosserei. Im schmalen Schiff sind die Maschinen mit Transmissionsantrieb aufgestellt. In unmittelbarer Nähe der Stangen- und Kolbenwerkstatt stehen die dort gebrauchten Drehbänke und Fräsmaschinen. Daran schliefsen sich jenseits des Quergleises die Werkzeugmacherei, Werkzeugausgabe, die Arbeitsausgabestelle mit der Vorzeichnerei, von der übrigen Dreherei durch ein Drahtgitter abgetrennt. Jenseits des dritten Quergleises folgen dann in der schmalen Halle der Zuschnitt, die Revolverdreherei und die Armaturdreherei, letztere mit der Schlosserei im Nebenschiff vereinigt und durch einen Drahtgewebezaun von der Dreherei abgetrennt.

Die Anordnung der Dreherei in den langen, schmalen Hallen zu beiden Seiten der Lokomotivhalle hat sich bewährt. Sie ermöglicht kurze Wege von der Lokomotivhalle und zurück. Ein kleiner Nachteil ist, dafs die Dreherei auseinandergerissen wird. Im vorliegenden Falle ist dies jedoch nicht von grofser Bedeutung, weil das nördliche Schiff mit Werkstätten besetzt ist, die zu der übrigen Dreherei nicht viel Beziehungen haben (Räderwerkstatt, Pumpenwerkstatt). Nur bei der Achslagerwerkstatt ergeben sich infolge der Trennung kleine Mehrtransporte. Beispielsweise für die Teile, die auf der Diskusschleifmaschine bearbeitet werden müssen und eine etwas geringere Ausnützungsmöglichkeit der Fräsmaschinen, die andernfalls auch noch mit anderen Arbeiten beschäftigt werden könnten. Bei der guten Organisation des Förderwesens mit dem Elektrokarren sind die Nachteile nicht grofs. Die Einteilung der Dreherei in Sonderwerkstätten ist in Schwerte

durchgeführt. Die Vorteile der Sonderung sind bekannt und neuerdings viel erörtert. Mir scheint nur, dafs man in dieser Frage etwas über das Ziel hinausschiefst, wenn man in Eisenbahnwerken für jede Sonderwerkstatt sämtliche Maschinen verlangt, die für das betreffende Lokomotivteil gebraucht werden. Das mufs dazu führen, dafs die Werkzeugmaschinen nicht richtig ausgenutzt werden, dafs Maschinen, die man sonst zu zweien durch einen Mann bedienen lassen kann, besondere Bedienung haben müssen und dafs die Vorteile der Massenfertigung und der Reihenarbeit auf Lager bei dieser Art der Anordnung nicht immer ausgenützt werden können. Revolverdrehbänke und Schleifmaschinen für Bolzen und Büchsen oder gar Sondereinrichtungen wie Einsatzhärteöfen, für deren Bedienung sonst im Werk nur ein oder zwei Spezialisten in der Werkzeugmacherei vorhanden sind, sind beispielsweise in einer Sonderwerkstatt für Stangen nicht am Platze, weil sie nicht so ausgenützt werden können, als wenn diese Maschinen allgemein verwendet werden. Nimmt man beispielsweise die Diskusschleifmaschine, die sowohl in die Stangenwerkstatt, als auch in Achslager- und Kreuzkopfwerkstatt hineingehört. Diese Maschine ist so leistungsfähig, dafs sie den Arbeitsanfall für die drei Sonderwerkstätten spielend erledigt. Wollte man also die Sonderwerkstätten sämtlich damit ausrüsten, so würde aufser den erheblichen Beschaffungskosten auch noch ständige Bedienungskosten entstehen. Die Transporte der Stücke, die in Frage kommen, sind so einfach und billig, dafs nicht einzusehen ist, weshalb man sie nicht machen sollte, besonders bei Teilen, die nur vorgearbeitet werden und auf Lager genommen werden können. Etwas anderes ist es natürlich bei schweren Teilen, wie z. B. Stangen. Bei solchen Teilen mufs ferner noch in jedem Falle geprüft werden, ob es richtig ist, sie wandern zu lassen, oder ob es nicht vorteilhafter ist, die Kolonnen zum Stück wandern zu lassen.

Die Räderschmiede (Abb. 7) enthält eine hydraulische Räderpresse, bei welcher während des Prefsvorganges die Kurbelwinkel genau gemessen und nachgestellt werden können (Maschinenfabrik Deutschland), zwei Gasfeuer zum Aufziehen und Abwärmen der Radreifen, eine Sprengringeinwalzmaschine und zwei halbautomatische Horizontal-Drehwerke zum Ausbohren von Radreifen. Die Einrichtung ist auf dem Bild gut zu sehen.

Die Radsatzdreherei ist ausgerüstet mit zwei Räderdrehbänken von 850 mm Spitzenhöhe (Maschinenfabrik Deutschland), einer von 1200 mm Spitzenhöhe und einer mit 650 mm Spitzenhöhe (System Klehe, gebaut von Froriep). Die Drehbänke stehen an der Aufsenwand längs eines durchgehenden Gleises. Zwischen je zwei Bänken sind Doppelgleise zur Aufstellung der Achssätze zum Nachmessen angeordnet.

Die Radsatzschleifmaschinen liegen an demselben Gleis nach der Lokomotivhalle zu. Vorhanden sind zwei Achsschenkelschleifmaschinen, eine mit 1200 mm Spitzenhöhe von Schmaltz mit Lauer-Schmaltz-Schleifmotor und eine mit 750 mm Spitzenhöhe von Maschinenfabrik Deutschland. Zum Schleifen der Kurbelzapfen sind zwei getrennte Maschinen von Schmaltz vorgesehen, eine für Aufsenkurbeln und eine für Innenkurbeln mit grofsem aufklappbaren um die Kurbel kreisenden Rundschleifwerk. Beide Maschinen für Aufsen- und Innenkurbeln sind durch die Ausrüstung mit den Lauer-Schmaltz Motoren zu sehr leistungsfähigen Werkzeugmaschinen geworden.

Die Achslagerwerkstatt (Taf. 30). Zum Aufstellen der Achsen, bei welchen die Achslager aufgepafst werden sollen, sind einige Gleise in der Querrichtung der Halle angelegt worden. An Bearbeitungsmaschinen sind aufgestellt: drei Doppellangfräsmaschinen, eine Senkrechtfräsmaschine, zwei Achslagerausbohrbänke, ein Horizontalbohrwerk und eine Langlochfräsmaschine; ferner eine Bohrmaschine zum Bohren der Löcher für die Befestigungsschrauben in den Lagerkastenbelägen.

In der Pumpen- und Vorwärmerwerkstatt sind aufser zwei Bohrmaschinen keine Werkzeugmaschinen aufgestellt. Für die Prüfung der Luft und Wasserpumpen ist ein Prüfstand gebaut worden mit einer Hochdruckdampfzuleitung mit 16 at Dampfspannung. Die Pumpen werden in besonderen Gestellen gelagert.

Die südliche Dreherei, Schiff B bis C enthält von Osten beginnend die Stangenwerkstatt (vergl. hierzu Abb. 12 auf Seite 367, Heft 18)*). Die Stangen kommen auf dem Quergleis an der Giebelwand aus der Lokomotivhalle und werden in besonderen Gestellen aufgestellt. Dann werden sie gereinigt und auf einer Spezialanreifsplatte nachgemessen. Auf der Platte werden auch die Körner berichtigt und nachgebohrt. Die nicht geraden Stangen werden auf einer hydraulischen Presse gerichtet. Dann werden sie mit einer Pendelschleifmaschine geschliffen und kommen zu den Schlosserständen zum Abrichten und Einpassen der Lager. Sie werden dazu auf Böcke gelegt, die zwischen den quergestellten Werkbänken stehen. Stangenkopfschleifmaschinen sind nicht beschafft worden. Diese Maschinen sind sehr teuer und m. E. nicht leistungsfähig genug, weil sie mit Schleifwalzen von sehr kleinem Durchmesser entsprechend den engen Ausrundungen der Köpfe an den Ecken arbeiten. Mit diesen Schleifwalzen können nennenswerte Spanleistungen nicht ausgeführt werden, infolgedessen ist die Leistung

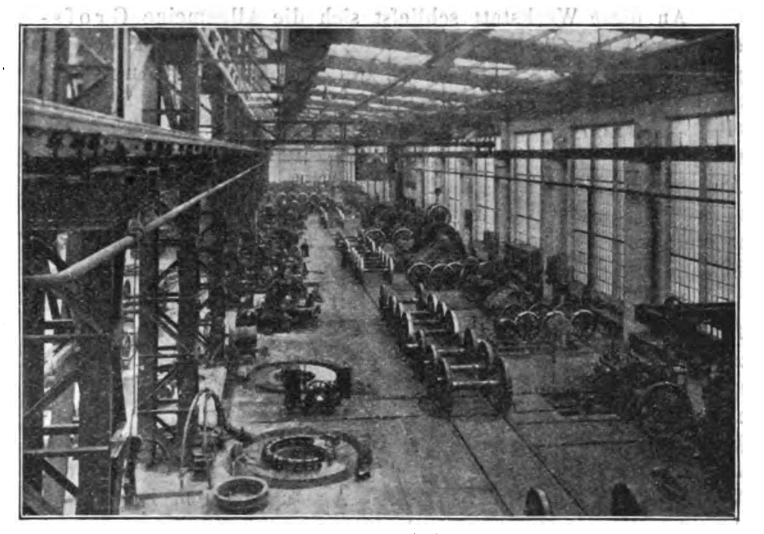


Abb. 7.
Nördliches Seitenschiff der Lokomotivhalle mit der Räderwerkstatt.

an Stangen im Tag niedrig, so dafs von den sehr teuren Maschinen mehrere aufgestellt werden müfsten. M. E. mufs sich die Aufgabe, zwei Flächen parallel abzurichten einfacher (ohne Planetspindel!) lösen lassen. Ausgebohrt werden die Stangenlager auf zwei Bohrwerken (Hasse & Wrede und Hegenscheidt), die mit Mefseinrichtungen zur genauen Feststellung des Stichmafses ausgerüstet sind. Eine Bohrmaschine zum Bohren der Löcher für die Schmiergefäfsdeckel ist auch vorhanden. Die zur Bearbeitung der Stangenlager und Bolzen erforderlichen Fräsmaschinen und Drehbänke stehen unmittelbar neben der Stangenlagerwerkstatt (vergleiche Abb. 11 auf Seite 366 in Heft 18, die im Vordergrunde die Diskusflächenschleifmaschine zeigt.) Diese Maschine hat auf zwei Stahlscheiben aufgeleimte Schmirgelscheiben, die mit einer zickzackförmigen Riffelung versehen sind. Die Riffeln haben den Zweck viele angreifende Kanten zu schaffen und die Späne gut abzuführen. Die Maschinen sind aufserordentlich leistungsfähig und leisten das Vielfache einer Fräsmaschine. Es lassen sich nur ebene Flächen ohne Vorsprünge schleifen;

*) Um Wiederholungen zu vermeiden, mufste wiederholt auf die im Aufsatz „Wirtschaftliche Arbeitsverfahren im Lokomotivausbesserungswerk Schwerte" in Heft 18, S. 363 u. f. wiedergegebenen Abbildungen Bezug genommen werden.



bei den Stangenlagern der Trennfugen und Stirnflächen. Für die Lagerkasten und Kreuzkopfeinlagen sind sie besonders geeignet.

Kolben und Schieber. Die Schlosser stehen an quergestellten Werkbänken. Für die Unterbringung der Kolben und Schieber sind besondere Gestelle gebaut worden. Zur Bearbeitung werden sie auf Böcke gelegt. An Maschinen sind vorhanden zwei Karusselldrehbänke für Kolbenringe, eine Kolbenringschleifmaschine (Meyer & Schmidt) (Abb. 10 auf Seite 366, Heft 18) eine Drehbank mit Hohlspindel von 115 mm Durchmesser zum Nacharbeiten der Kolbenkörper (Böhringer), zwei Kolbenstangenschleifmaschinen (Naxos-Union) eine Doppelkeillochfräsmaschine (Droop & Rein) zur Herstellung der Keillöcher in Kolbenstangen und Kreuzköpfen. Ferner sind zum Anfertigen neuer Kolbenstangen, Richten und Nacharbeiten der alten Stangen drei Drehbänke (zwei Stück 400 × 4000 und eine von 600 × 5000) (Böhringer) vorgesehen. Die Gleitbahnen werden auf zwei Flächenschleifmaschinen von Naxos-Union, einer von 750 × 2000 und desgleichen von 750 × 3000 und einer Vertikalspindelschleifmaschine (Schmaltz) geschliffen. Die Bearbeitung der Kreuzkopfbeilagen geschieht auf Fräsmaschinen.

An diese Werkstatt schliefst sich die Allgemeine Grofsdreherei an. Abb. 2, Seite 363, Heft 18 zeigt im Vordergrunde eine Langkopierfräsmaschine (Droop & Rein). An zweiter Stelle steht eine Vertikalkopierfräsmaschine mit zwei Spindeln (Reinecker) und im Hintergrunde eine Hobelmaschine mit Gleichstromwendeantrieb (Böhringer), Abb. 9, Seite 366, Heft 18. An grofsen Maschinen sind ferner noch vorhanden ein Horizontalbohrwerk (Collet & Engelhard) mit 125 mm Spindeldurchmesser, zwei kleinere Horizontalbohrwerke, Karusselldrehwerke, Fräsmaschinen usw.

Die Einrichtung der Werkstatt für das Gangwerk und für das Bremsgestänge und die Lastverteiler ist aus der Taf. 30 zu sehen. In der Gangwerkbearbeitung steht eine Kulissenschleifmaschine, einige Rundschleifmaschinen und Innenschleifmaschinen für Luftpumpen- und Wasserpumpenzylinder. Im südlichen Schiff liegt in der Mitte die Werkzeugmachererei. Zur Unterbringung der Härterei, der Werkzeugschmiede und der Weifsgiefserei ist nach Süden ein Anbau von 6 m Breite und 45 m Länge gemacht worden. An bemerkenswerten Einrichtungen sind vorhanden: ein Einsatzofen für Gleitbahnen und eine Schnellstahlaufschweifsmaschine. Sämtliche Schmelz- und Einsatzöfen werden mit Gas geheizt. Die Werkzeugmacherei ist mit den neuesten Werkzeugschleifmaschinen, Drehbänken und Fräsmaschinen ausgerüstet.

Der Zuschnitt enthält Abstechbänke und Sägen mit denen das auf den Maschinen der Dreherei verwendete Stangenmaterial auf Länge geschnitten und teilweis vorgeschruppt wird. Ferner eine Rollenrichtmaschine (Loose) zum Richten der Stangen, die auf den Revolverdrehbänken verarbeitet werden. Es sind Revolverdrehbänke verschiedener Systeme mit Spindelbohrungen von 35 mm bis zu 115 mm vorhanden.

Die Armaturdreherei enthält neben normalen Drehbänken eine Reihe von Revolverbänken (Gildemeister) auf denen mit selbstgebauten Aufspannvorrichtungen die verschiedensten Armaturteile in Massenfertigung hergestellt werden.

### Die Kesselschmiede.

Grundrifs und Querschnitte sind auf Taf. 31 dargestellt. Sie ist ein dreischiffiges Gebäude mit einer Haupthalle von 32 m und zwei Seitenhallen von je 12 m Spannweite. Die lichte Gesamtbreite beträgt 56 m; die Länge ist dieselbe wie die der Lokomotivhalle = 207 m. Die Höhe der Halle bis Unterkante Binder beträgt 11 m, in den Seitenhallen 7 m. Das nördliche Seitenschiff ist auf etwa die Hälfte der Hallenlänge durch eine Fachwerkwand von der Haupthalle abgetrennt, und in diesem Teil sind die Wasch- und Büroräume, die Werkzeugausgabe, eine Maschineninstandsetzungswerkstatt und die Stehbolzendreherei untergebracht. Davon sind 32 m zweistöckig ausgeführt für die Unterbringung der Wasch- und Büroräume ähnlich wie in der Lokomotivhalle. Weitere Meisterbüros sind in Anbauten an der Längs- und Giebelseite untergebracht. Zwei weitere Anbauten enthalten die Aborte und zwei andere Anbauten den Reservekompressor und die hydraulische Druckpumpenanlage. Im übrigen bilden Seitenschiffe und das Hauptschiff einen grofsen Raum. Einen guten Eindruck von dem Innenraum bekommt man aus der Abb. 8. Man sieht in eine hohe Halle, die sehr viel Licht aus den reichlich angeordneten Oberlichten und besonders aus dem schrägen Seitenoberlicht bekommt. Abb. 9 und 10 geben Aufsenansichten von der Kesselschmiede wieder, typische Bilder für die architektonische Ausführung der Bauten.

Krananordnung: In der Haupthalle laufen auf einer 8 m hohen Kranbahn drei Laufkräne und zwar zwei von je 20 t und einer von 35 t Tragkraft. Letzterer bedient den westlichen Teil der Halle und dient zur Beförderung der fertigen Kessel mit sämtlichen eingebauten Rohren, während die 20 t Krane Kessel ohne Siederohre und eventuell ohne Feuerbüchse zu befördern haben. Beide Krane können auch zusammenarbeiten. Die Krane sind so ausgeführt, dafs ihre Unterkante 80 mm über der Kranfahrbahn liegt, so dafs unter ihnen eine lichte Höhe von 8 m freibleibt. Die Seitenschiffe haben Laufkrane von 5 t Tragkraft. Sämtliche Krane werden von Führerkörben aus gesteuert. In der Haupthalle sind an drei Stellen über den Quergleisen 5 t tragende Schwenkkrane angebracht zur Aufhängung von hydraulischen Nietmaschinen, zum Einheben der Feuerbüchse in den Stehkessel usw. (Abb. 11). Die Kessel stehen in der Querrichtung und zwar zwei Kessel einander gegenüber mit den Feuerbüchsen nach den Säulen zu (Abb. 12). So ergibt sich eine sehr gute Übersicht und eine sehr einfache Unterbringung der Anschlüsse für Prefsluft, Sauerstoff, Gas und Azethylen und der Stecker für elektrisches Licht und elektrische Kraft an den Säulen und kurze Zuleitungen zu den Feuerbüchsen, wo diese Anschlüsse gröfstenteils gebraucht werden. Es können 70 Kessel aufgestellt werden.

Der Betrieb ist auch in der Kesselschmiede auf Sondergruppen eingestellt. Diese haben ihre festen Arbeitsstände, die der Kessel, von Osten nach Westen die Halle durchwandernd, nach einander durchläuft. In der Haupthalle liegen im Osten die Stände für das Abbohren der Stehbolzen und Deckenanker; dann folgen die Ausbaustände, Bohrstände für Feuerbüchsen, Stände für die Langkesselbearbeitung, Stände für den Einbau der Feuerbüchsen, Stehbolzen- und Deckenankereinziehstände, und im Westen die Stände für die kalte und die warme Druckprobe. In den Seitenhallen sind Herstellungswerkstätten für die Kesselteile untergebracht. Im südlichen Schiff folgen von Osten nach Westen die Werkstatt zur Anfertigung der Feuerbüchsen, die Werkstatt für das Herrichten der Langkesselschüsse und -flicken, die Aschkastenwerkstatt und schliefslich die Armaturschlosserei. Im nördlichen Schiff befindet sich im Osten die Kümpelei und daran anschliefsend die Rauchkammer- und Dombearbeitung. Dann in abgeschlossenen Räumen die Stehbolzen- und Deckenankerdreherei, das Stehbolzenlager, Werkzeuglager und eine Instandsetzungs- und Prüfwerkstätte für Maschinen.

Im folgenden soll zur Erläuterung des Arbeitsverfahrens der Gang eines G 12 Kessels mit innerer Untersuchung, bei welchem die Feuerbüchse erneuert wird, ausführlich dargestellt werden.

Nach der Besichtigung der Feuerbüchse auf dem Abbaustand der Lokomotivhalle wird der Kessel aus dem Rahmen gehoben, auf einen Kesselförderwagen gesetzt und über die Schiebebühne 2 zur Schiebebühne 3 und auf der Ostseite in die Kesselschmiede gefahren.

Er kommt zunächst auf den Ausbohrstand und wird mit dem Kran auf Kesselrollböcke abgelegt. Während des Ausbohrens eines Kessels kann auf der anderen Seite des Bohrwerks schon der nächste Kessel zurechtgelegt werden, so dafs nach Schwenkung des Bohrwerks um 180° ohne Unterbrechung weiter gebohrt werden kann. Der Kessel der G 12 Lokomotive hat 1141 Stehbolzen und 204 Deckenstehbolzen. Rechnet man zum Ausbohren eines kupfernen Stehbolzens an der Stehkesselseitenwand eine Bohrzeit von einer Minute und eine durchschnittliche Arbeitsleistung eines Arbeiters von 50 Minuten in der Stunde, so sind die beiden Bohrwerke in der Lage, die 760 Stehbolzen der beiden Stehkesselseitenwände in acht Stunden

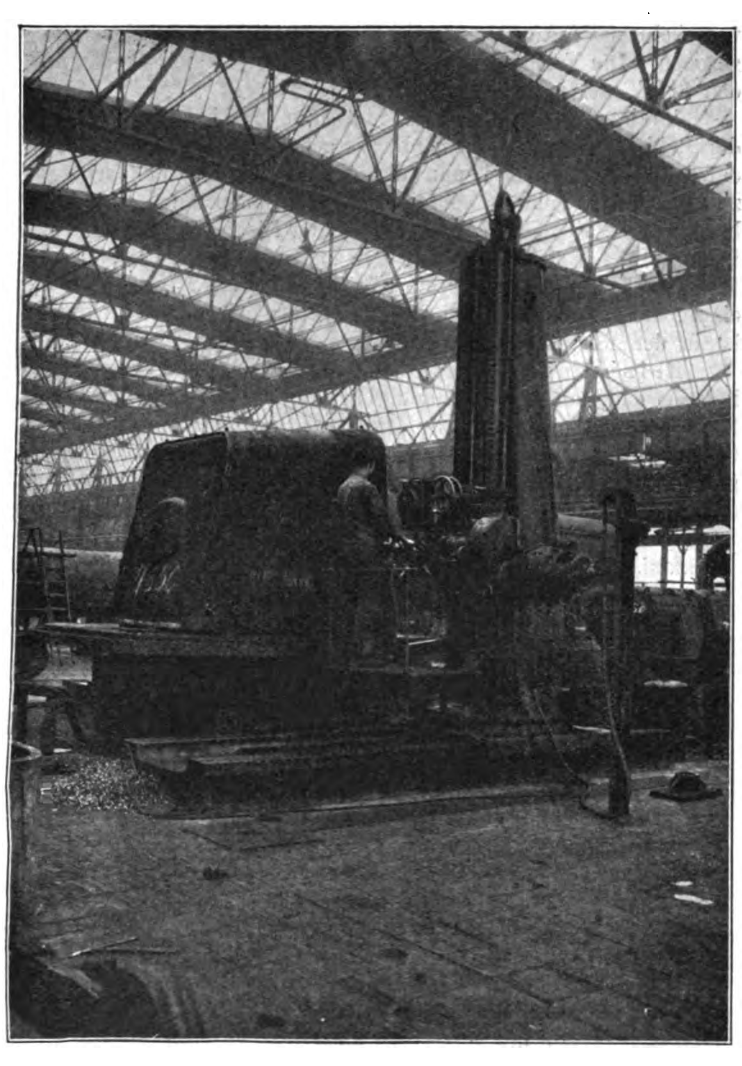


Abb. 8. Horizontalbohrmaschine, Dach- u. Seitenoberlicht.

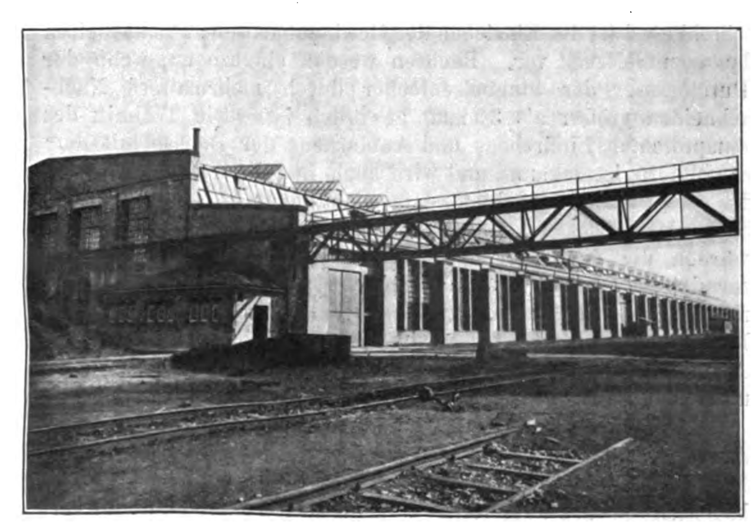


Abb. 9. Kesselschmiede von der Schiebebühne 2 aus gesehen.

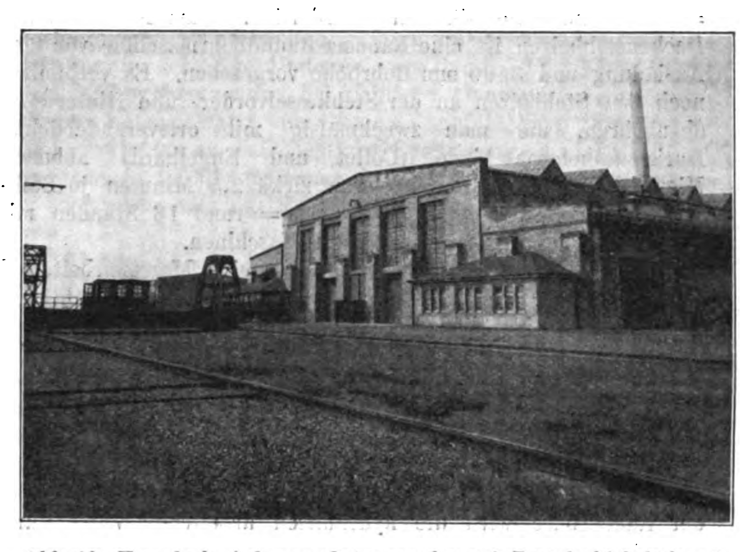


Abb. 10. Kesselschmiede vom Osten gesehen mit Portalschiebebühne 3.

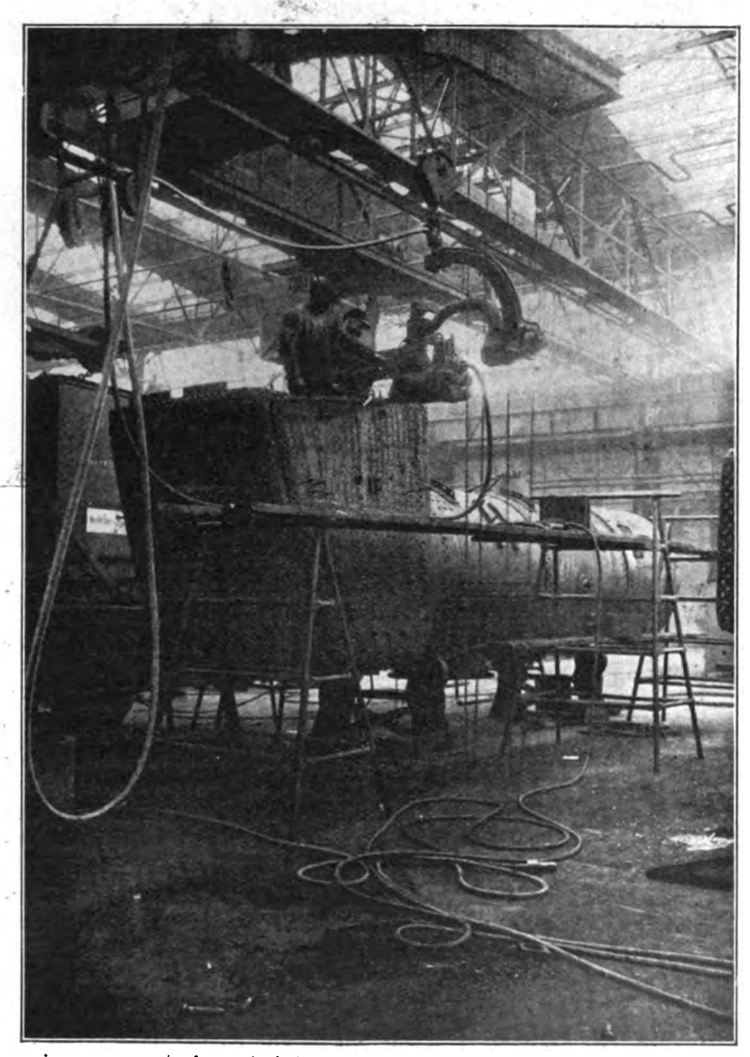


Abb. 11. Schwenkkran mit angehängter Nietmaschine, darüber 20 t Kran.

abzubohren. Zum Abbohren eines Deckenstehbolzens wird eine Bohrzeit von etwa 2,5 Minuten benötigt; es sind daher zum Abbohren von 204 Deckenstehbolzen $204 \times 2{,}5 = 520$ Minuten $= 10$ Stunden 25 Minuten erforderlich. Zum Abbohren der Deckenstehbolzen ist eine Raboma-Radialbohrmaschine von 3 m Ausladung und 3500 mm Bohrhöhe vorgesehen. Es verbleiben noch 380 Stehbolzen an der Stehkesselvorder- und Hinterwand abzubohren, die man zweckmäfsig mit ortsveränderlichen Horizontalbohrmaschinen (Collet und Engelhard) abbohrt. Hier ist mit einer Bohrzeit von zirka 2,5 Minuten je Stehbolzen zu rechnen oder $380 \times 2{,}5 =$ rund 16 Stunden mit einer, oder acht Stunden mit zwei Maschinen.

Das Ausbohren der Stehbolzen ist eine Massenarbeit, bei der fast immer wieder dieselben Durchmesser und Lochtiefen vorkommen. Die üblichen Bohrwerke sind für den Sonderzweck viel zu vielteilig und teuer und nicht genügend leistungsfähig.

Gleichzeitig mit dem Ausbohren der Stehbolzen werden die Heiz- und Rauchrohre herausgenommen. Heizrohre werden mit dem Prefslufthammer herausgeschlagen und nur bei starkem Kesselsteinansatz hinter der Rohrwand abgeschnitten und durch die Öffnung des Dampfrohrs herausgenommen. Zum Ausbau der Rauchrohre wird die hydraulisch arbeitende Vorrichtung

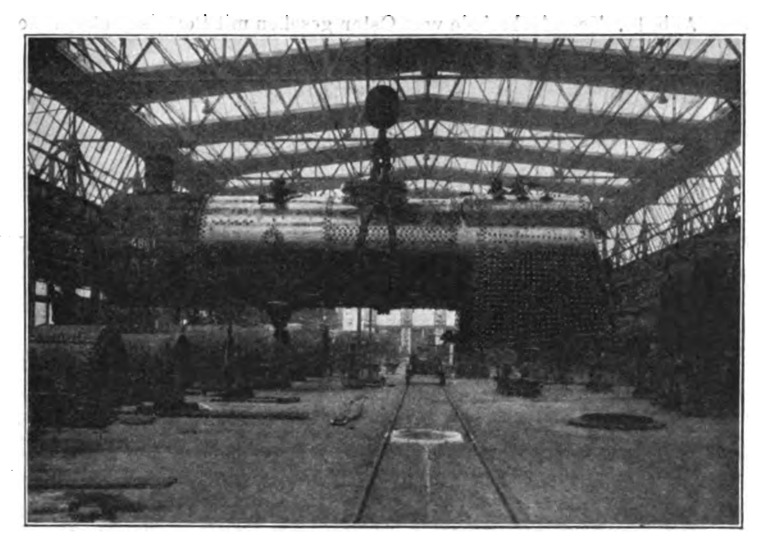


Abb. 12. Kesselschmiede; Blick in der Längsrichtung.

von Mühleissen verwendet. Die Rohre wandern zur Reinigung, Wiederherstellung bzw. Erneuerung zur Rohrschmiede.

Anfertigung einer neuen Feuerbüchse. Für die gangbarsten Ersatzteile ist ein Handlager von 60 qm Fläche vorgesehen. Es werden zunächst die Rohr- und Türwand nach Zeichnung und Schablonen von einem geschulten Vorschlosser angezeichnet und angekörnt. Weiter werden noch einige Heftlöcher im Umbug der Feuerbüchsenwand vorgezeichnet. Dann werden die Stemmkanten am Umbug der Feuerbüchsrohr- und Türwand und am Feuerbüchsmantel auf der Blechkantenfräsmaschine (Bauart Langbein) hergestellt. Für diese Arbeit sind zwei dieser Maschinen vorgesehen Für das Bohren der Heiz- und Rauchrohrlöcher und der Feuerbüchsrohrwand stehen eine Wand-Radialbohrmaschine von 2,5 m und eine Ständer-Radialbohrmaschine mit 2 m Ausladung und den entsprechenden Aufspanntischen zur Verfügung. Zur leichteren Handhabung der Feuerbüchsteile beim Bohren ist ein Wandschwenkkran von 4,6 m Ausladung und 1,5 t Tragfähigkeit zwischen den beiden Bohrmaschinen angebracht. Zum Bohren der Rauchrohr- und Heizrohrlöcher verwendet man Spiralbohrmesser oder Messerköpfe der Bauart Nied.

Vor dem Zusammenbau der Feuerbüchse müssen noch die vier Ecken des Feuerbüchsenmantels ausgeschärft werden. Dafür sind ein Langfeuer mit mehreren Gebläsedüsen, ein Ambos, eine Richtplatte und ein 5 t Laufkran vorgesehen. Jetzt wird die Feuerbüchse zusammengesetzt, nachgemessen, und dann werden die vorher in der Feuerbüchsvorder- und Rückwand vorgebohrten Heftlöcher durchgebohrt und Heftschrauben eingezogen. Die Feuerbüchse ist nun soweit, dafs der Einbau in den Stehkessel erfolgen kann.

Ausbau der alten Feuerbüchse. Nach dem Abbohren der Stehbolzen und Deckenstehbolzen geht der Kessel zum Ausbau der alten Feuerbüchse und des Feuerloch- und Bodenringes zu den Ausbauständen, wo mit Prefslufthämmern und Schneidbrennern die abgebohrten Stehbolzen und Niete entfernt werden. Die alte Feuerbüchse wird zerlegt und wandert, falls sie aus Eisen ist, in den Schrot, die kupferne in das Magazin. Um eine genaue Kontrolle über die wertvollen Altstoffe zu haben, ist in der Kesselschmiede eine Wage aufgestellt.

Reinigung des Kessels. Der Kessel wandert jetzt zur inneren und äufseren Reinigung in die Kesselreinigungshalle. Diese ist eine niedrige Halle mit 22 m Spannweite und sieben Gleisen. Es werden zunächst das Reglerrohr und das Knierohr ausgebaut und zum Nachdrehen bzw. Nachschleifen der Linsen in die Dreherei der Lokomotivhalle gebracht. Die Reinigung des Langkessels geschieht mit dem Sandstrahlgebläse, Bauart Pontani, mit Schwingdüse, während für den Stehkessel noch zwei Handdüsen gleichzeitig arbeiten können. Es sind zunächst zwei Stände mit mechanischer Staubabsaugung eingebaut und zwei weitere können später noch angelegt werden. Der Staub wird von dem Sauger in eine Grube gedrückt, die zum Teil mit Wasser gefüllt ist und in welche der Staubluftstrom durch eingebaute Querwände gezwungen wird, mehrmals dicht über der Wasseroberfläche hindurchzustreichen. Die Luft entweicht durch einen Blechschornstein und der Rest Staub, den sie noch enthält, kann dort durch Berieselung niedergeschlagen werden.

Bei Kesseln, deren Feuerbüchse nicht entfernt wird, sollen in der Reinigungshalle auch die Rohre herausgenommen werden; aus diesem Grunde sind sieben Stände vorgesehen worden.

Nach der inneren und äufseren Reinigung des Kessels werden die eigentliche innere Untersuchung vorgenommen und im Betriebsbüro die Auftrags- und Gedingezettel ausgestellt und der Arbeits- und Fristenplan angefertigt.

Stehkesselwiederherstellung: Die Hauptarbeit am Stehkessel ist das Einziehen der Gewindebuchsen; Flickarbeiten kommen seltener vor. Büchsen werden eingezogen, wenn der Durchmesser der Stehbolzenlöcher durch mehrmaliges Nachschneiden gröfser als 30 mm geworden ist. Die Technik des dampfdichten Eindrehens und Aufdornens der Büchse mit dem Stufendorn ist bekannt und wird auch in Schwerte angewendet. Es wird darauf geachtet, dafs nicht über $^2/_3$ der gesamten Stehbolzen einer Wand ausgebuchst werden. Darüber hinaus würden die mit dem Ausbuchsen verbundenen Mehrarbeiten für das Bohren und Gewindeschneiden zu grofs und die Arbeit unwirtschaftlich werden. In diesem Falle wird die Seiten- oder Hinterwand angeschuht. Vorschuhe und Flicken sind in der Abteilung für Steh- und Langkesselwiederherstellung vorzubereiten und anzupassen.

Aufser diesen Arbeiten kommt am Stehkessel häufiger das Ausbessern der Abzehrungen über dem Bodenring vor. Diese Furchen werden durch Autogen- oder elektrische Lichtbogenschweifsung aufgefüllt. Für die letztere ist eine fahrbare Einrichtung von 13 kW Leistung vorhanden, die an die an den Säulen eingebauten 60 Amp.-Kraftsteckdosen angeschlossen werden kann.

Langkesselflickstücke herstellen und einbauen. In der unteren Hälfte der Kesselschüsse treten häufig Abzehrungen auf, die wenn sie von geringer Tiefe sind, glatt

gehämmert und ausgeschweifst werden. Sind sie tiefer, so nietet man je nach dem Umfang der schadhaften Stelle mehr oder weniger grofse Bauchflickstücke aufsen an den Langkessel an. Mufs ein neuer Langkesselschufs gefertigt werden, so ist der Arbeitsgang etwa folgender:

Zunächst wird der Kesselschufs oder die Kesselplatte ausgebaut, gerade gewalzt und auf ein neues entsprechend zugeschnittenes Blech aufgelegt, worauf einige Heftlöcher eingebohrt werden. Sodann erfolgt das Durchbohren der restlichen Nietlöcher auf einer Radialbohrmaschine, vor welcher ein Schienengleis angelegt ist, auf dem sich ein Bohrtisch mit Drehwelle bewegt. Ein weiterer niedriger Kesselwagen dient zur Auflagerung fertiggewordener Kesselschüsse, um von aufsen vorgezeichnete Nietlöcher durchzubohren. Die zugeschnittenen Bleche werden auf einer Blechkantenhobelmaschine von 7 m Hobellänge mit Stemmkanten versehen. Das vorgearbeitete Blech geht nun zur hydraulischen Anbiegepresse zum Anbiegen der Blechränder und dann zum Biegen zur Blechbiegemaschine, die Bleche bis 30 mm Stärke und 3 m Breite kalt biegen kann. An Sondermaschinen für die Bearbeitung von Blechen ist sonst noch eine vereinigte Schere und Stanze für Bleche bis 23 mm Stärke und Löcher bis 32 mm Durchmesser aufgestellt. Der Einbau eines ganzen Kesselschusses kommt wenig vor. In der Regel erneuert man nur die untere Hälfte. Bei dieser Ausbesserung macht sich das Aufsetzen von Kessellaschen erforderlich. Die Kessellaschen werden zugeschnitten, auf der Blechkantenhobelmaschine angehobelt und auf der Blechanbiegepresse schrittweise auf Schmiege gebogen. Sollen die Laschenenden unter den nächsten Schufs untergezogen werden, so sind die Enden anszuschärfen. Hierzu ist ein Schmiedefeuer nebst Ambofs in der Abteilung für Langkesselwiederherstellung aufgestellt. Die fertiggestellten Laschen werden am Kesselblech angepafst, vorgezeichnet, angekörnt und auf der Radialbohrmaschine gebohrt. Nachdem sie entgratet sind, wird das Zusammennieten der Kesselplatten und Laschen mit dem übrigen Langkessel vorgenommen.

Erneuern von Rauchkammern und Rauchkammerteile. An der Rauchkammer mufs der Mantel häufig geflickt oder ganz erneuert werden. Besonders wird auch die Rauchkammerrohrwand an der tiefsten Stelle rauchkammerseitig stark abgezehrt. Hier hilft man sich, indem man Schutzwinkel annietet. Meist zeigt auch der Rauchkammerboden starke Anrostungen und mufs erneuert werden. Die Herstellung einer neuen Bodenplatte geschieht ähnlich wie die einer Langkesselplatte. Die Verlaschung erfolgt von innen und es werden die Nieten von aufsen versenkt genietet. Zur Bearbeitung neuer Rauchkammerrohrwände sind vorgesehen: eine Radialbohrmaschine zum Bohren der Heiz- und Rauchrohrlöcher und der Löcher im Umbug, ferner eine Karusselldrehbank zum Abdrehen des Umbuges auf Mafshöhe und Andrehen der Stemmkante. Bei der Erneuerung der Rohrwand sind auch die Blechanker abzunieten, instandzusetzen und wieder einzubauen. Sehr oft mufs auch der Rauchkammerring zwischen Langkessel und Rauchkammermantel ganz oder teilweise erneuert werden. Die Anfertigung neuer Ringe erfolgt in der Kümpelei bzw. in der angrenzenden Schweifserei. Zum Biegen der Ringe ist dort eine Biegemaschine aufgestellt. Falls die Rauchkammervorderwand durchgerostet ist, werden neue Stücke autogen eingeschweifst. Um eine gute Anlagefläche zu erzielen, ist die Rauchkammervorderwand, falls sie zur Instandsetzung abgenommen werden mufs, auf der Karusselldrehbank nachzudrehen. Für das Annieten neuer Rauchkammerschüsse wird zweckmäfsig eine ortsveränderliche hydraulische Nietmaschine benutzt, deren Aufhängung so eingerichtet ist, dafs die Maschine an der Rundnaht im Kreise herumgeführt werden kann, wobei der Kessel auf den Drehrollen ruhig liegen bleibt.

Stehkessel, Langkessel und die Rauchkammer sind nun soweit instandgesetzt, dafs das Verstemmen der Nieten der Längs- und Rundnähte ausgeführt werden kann. Die Ausführung der Stemmarbeiten erfolgt mit Prefsluftwerkzeugen und nur in geringem Umfange von Hand. Bei Verwendung maschineller Nietung und bei richtigen Abmessungen und sorgfältiger Entzunderung der Nieten, hauptsächlich unter dem Kopf, sowie ferner bei richtiger Erwärmung im Schaftteil ist ein Stemmen im allgemeinen nicht nötig. Voraussetzung hierfür ist auch noch, dafs das Niet lange genug unter Druck erkalten kann.

Feuerbüchse einpassen und einbauen. Die neue Feuerbüchse wird nach Anheftung des Bodenringes auf dem Einbaustand in der Haupthalle in den Stehkessel eingepafst. Nach Feststellung der genauen Lage der Feuerbüchsdecke und der Seitenwände zum Stehkessel werden die Lochmitten der Stehbolzen, Deckenanker, Boden- und Heizlochringnieten, sowie der Bodenankerschrauben mit dem Durchschlagkörner angezeichnet und dann auf Freigehen der Queranker und der Reglerwelle mit dem Anschlagwinkel nachgeprüft. Nach Erfüllung der gegebenen Bedingungen wird die Feuerbüchse aus dem Stehkessel gehoben, Deckenstehbolzen, Stehbolzen, Schürlochringlöcher sowie die Nietlöcher der Feuerbüchsrohr- und Türwand vorgezeichnet, angekörnert und Unstimmigkeiten an der ersten Vorzeichnung berichtigt. Die Feuerbüchse geht nun zum Bohren zur Feuerbüchsbohrmaschine. Hierfür sind drei Einständer-Feuerbüchsbohrmaschinen mit drehbarem Bohrtisch aufgestellt (Abb. 8). Vor dem Zusammennieten der Feuerbüchse ist noch das Ausbohren und Fräsen des Feuerlochs auszuführen. Hierfür ist eine Fräsmaschine von 1500 × 4000 mm Tischgröfse aufgestellt, die auch gleichzeitig zur Bearbeitung von Feuerbüchsbodenringen dient. Zur Ausführung der Nietarbeiten ist eine hydraulische Anlage mit vier beweglichen Nietmaschinen vorhanden. Die hydraulische Nietung ist die sicherste und zuverlässigste, weil man bei ihr den Nietdruck genau kennt und regeln kann. Es lassen sich sämtliche Niete der Feuerbüchse auch die der lotrechten Nähte und die Deckennieten maschinell nieten, wenn man eine ortsfeste hydraulische Sondernietmaschine mit einem wagrechten Arbeitskopf für die lotrechten Nähte und einem ausschwenkbaren lotrechten Kopf für die Deckennieten benutzt. Die Beschaffung einer solchen Maschine war beabsichtigt. Zur Zeit werden die lotrechten Nähte nur bis zu den Krümmungen mit einer Zangennietmaschine von 1300 mm Ausladung, die übrigen Niete dieser Nähte aber noch von Hand genietet.

Der Nietung folgt das Verstemmen aller Niete und Nähte und die Bearbeitung der Stemmkanten am Abschlufs des Bodenringes. Anschliessend wird die nunmehr fertiggestellte Feuerbüchse unter Fortlassung des Bodenringes in den Stehkessel gehoben. Nach Einbringung des Feuerlochringes erfolgt der Einbau des Bodenringes und zwar zweckmäfsig so, dafs derselbe zunächst um die angehobene Feuerbüchse gelegt und gemeinsam mit dieser in den Stehkessel eingesetzt wird. Alsdann wird er mit einigen Schrauben befestigt, die Schärfen an den vier Ecken bis zur einwandfreien Anlage angerichtet und alsdann das Vernieten vorgenommen. Zur Ausführung der Nietungen am Boden und Feuerlochring sind zwei Nietmaschinen mit nur ganz kurzer Ausladung (190 mm) und Universalaufhängung vorgesehen (Abb. 11). Das Stemmen der Nieten und Nähte erfolgt mit Prefsluftwerkzeugen. Die Wiederherstellung der Boden- und Feuerlochringe geschieht in der Abteilung für Feuerbüchswiederherstellung. Die Neuanfertigung von Boden- und Feuerlochringen erfolgt in der Schmiede wo genügend Maschinen vorhanden sind.

Stehbolzen und Deckenstehbolzen einziehen (Abb. 13). Zum Schneiden der Gewinde kommt der Kessel auf den Stehbolzen und Deckenankerstand. Sowohl für das Schneiden





der Gewinde als auch für das Eindrehen der Stehbolzen werden Prefsluft- und elektrische Handbohrmaschinen verwendet. Zum Eindrehen ist ein besonderes Futter konstruiert worden, das so eingerichtetist, dafs alle Stehbolzen, die nicht fest eingeschraubt sind, beim Rücklauf der Maschine wieder zurück gedreht werden. Es hat ferner den Vorteil, dafs es den Stehbolzen soweit fafst, als der zur Erzielung eines guten Kopfes erforderliche Überstand über die Feuerbüchswand sein soll (12, 11 und 10,9 mm bei 26, 28 und 30 mm Bolzendurchmesser), so dafs man den Stehbolzen nur bis zur Anlage des Futters an die Wand einzudrehen braucht, um stets den richtigen Überstand zu bekommen. Das Nachlehren der Köpfe wird damit entbehrlich. Nach beendigtem Eindrehen werden die Stehbolzen vernietet, d. h. mit Schliefskopf versehen. Dies geschieht ohne Verwendung von Gegenhaltern und zwar so, dafs zwei Hämmer die beiden Köpfe eines Stehbolzens innen und aufsen gleichzeitig schlagen. Damit mit Sicherheit stets der gleiche Bolzen geschlagen wird, ist eine Verständigung der beiden Arbeiter nötig, die mit Hilfe eines durch die Stehbolzenbohrung gesteckten Drahtes erfolgt. Die Beschreibung der Herstellung der Stehbolzen und der Gewinde im Kessel und in der Feuerbüchse und die Stellungnahme zu dieser Frage erübrigt sich, weil die dabei vorhandenen gegensätzlichen Meinungen bekannt und die

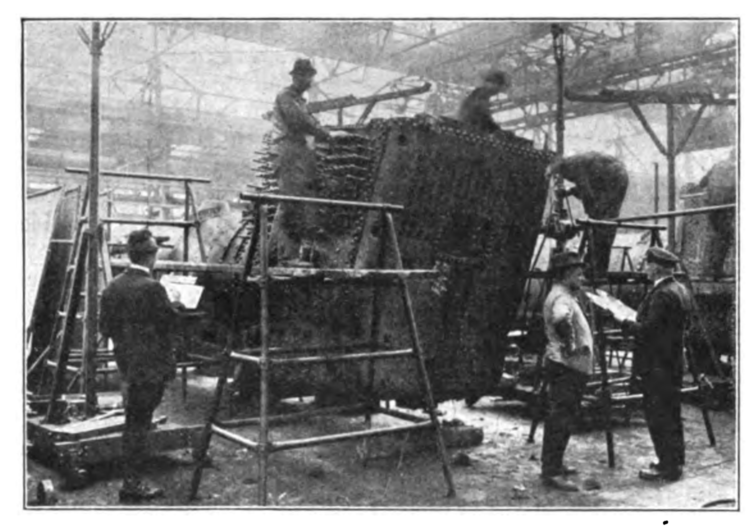


Abb. 13. Einziehen der Stehbolzen.

Versuche noch nicht abgeschlossen sind. Es mag erwähnt werden, dafs auch in Schwerte Stehbolzen mit Übermafs bzw. Prefssitz verwendet werden.

Die Herstellung der Stehbolzen und Deckenstehbolzen erfolgt in der Stehbolzendreherei. Diese enthält aufser den Stehbolzenbänken an Sondermaschinen eine Revolverdrehbank, geeignet zur Anfertigung von Flickenschrauben, Deckenstehbolzenmuttern, Stiftschrauben und sonstigen Schrauben für den gesamten Wiederherstellungsbedarf. Ferner zwei Schnellsägen, vier Bohrmaschinen zum Anbohren von Steh- und Deckenstehbolzen, eine Fräsmaschine zum Fräsen der Vierkante an Flickschrauben, zwei Schleifmaschinen zum Schleifen von Dreh-Schleifen von Werkzeugen und Drehstählen etc. Ferner befindet sich in der Abteilung für Stehbolzenherstellung ein Lager mit Fachgestellen und eine Stehbolzenkontrollvorrichtung zur Nachprüfung fertig gedrehter Stehbolzen auf Mafshaltigkeit. In dem Gestell sind die Steh- und Deckenstehbolzen so untergebracht, dafs es jederzeit möglich ist, jede erforderliche Anzahl mit entsprechender Länge und Durchmesser von Lager zu entnehmen. Dieses Lager kann einen Vorrat von 15000 Seiten- und Deckenstehbolzen aufnehmen.

Einbau der Rauch- und Heizrohre. Vor dem Einbau der Rauch- und Heizrohre sind die Bodenanker instand zu setzen oder neu anzufertigen und einzubauen. Die Arbeiten am Kessel sind nun soweit beendet, dafs die Mafse für Rauch- und Heizrohre festgestellt werden können. Das Einwalzen der Rohre erfolgt mittels Rohrwalze, angetrieben durch eine tragbare Elektro- oder Prefsluftbohrmaschine.

Es folgt jetzt das Anbringen der Kesselausrüstung. Wiederhergestellt wird die Kesselausrüstung in einer Sonderabteilung der Dreherei der Lokomotivhalle, da hier Spezialmaschinen in ausreichender Anzahl vorhanden sind, die wirtschaftlich ausgenützt werden können. Die Kesselausrüstung ist in anbaufähigem Zustand der Kesselschmiede zuzuführen. Teile, bei denen sich eine Nacharbeit erforderlich macht, können in der Ausrüstungsabteilung der Kesselschmiede nachgearbeitet werden. Hierfür sind eine Drehbank, eine Bohrmaschine und fünf Schraubstöcke aufgestellt. Weiter sind hier zur Unterbringung instand gesetzter Kesselausrüstungen zwölf Gestelle vorhanden. Sind sämtliche Kesselausrüstungsteile angebracht, so erfolgt der Anbau der Rauchkammer und Feuertür und der Anbau des Schornsteins.

Ist der Kessel in allen seinen Teilen ausgebessert, so wird er der Wasserdruckprobe unterzogen. Vorerst mufs noch das Domoberteil auf dem Unterteil sauber aufgeschliffen werden. Zum Abdrehen und Schleifen der Domdichtungsflächen stehen zwei Domdichtungsflächen-Schleifmaschinen (Bauart Schmaltz, Offenbach a. M.) zur Verfügung. Nach Erledigung der Schleifarbeiten ist der Regler nebst Reglerbetätigungsteilen anzubringen.

Für die Wasserdruckprobe sind sechs Kesselstände mit Gruben und Entwässerung vorgesehen. Zum Füllen der Kessel sind sechs Unterfluranschlüsse angebracht. Vor dem Füllen zur Wasserdruckprobe wird der Kessel innen ausgespült und von Schmutz und sonstigen Rückständen gereinigt. Dann wird er gefüllt und unter Druck gesetzt. Hierzu sind fahrbare elektrisch angetriebene Pumpen in Gebrauch. Nach der Wasserdruckprobe wird der fertige Dampfsammelkasten mit Überhitzerelementen angebracht und der Rost eingelegt.

Die Dampfdruckprobe ist aus dem Grunde in die Halle verlegt worden, weil das Anheizen der Kessel im Freien, wie es früher gehandhabt wurde, besonders im Winter wegen der in grofsen Mengen eindringenden kalten Luft auf den Kessel sehr nachteilig wirkt und vielfach Undichtwerden von Flicken, Rohren und Stehbolzen im Gefolge hat.

Zur Absaugung der Rauchgase beim Anheizen des Kessels, sowie zur Förderung der Verbrennung sind vier Kesselstände mit schwenkbaren Rauchhauben versehen, die zu je zwei an einem Sauger angeschlossen sind. Das Anheizen der Kessel geschieht mit Kohle, soll aber demnächst mit Gas erfolgen.

Der Kessel wird, nachdem der Dampfdruck zurückgegangen ist mit einem Rostschutzanstrich versehen und nachdem er erkaltet und dann entleert ist, der Lokomotivhalle zum Einbau zugeführt.

### Die Schmiede.

Grundrifs und Querschnitt sind auf Taf. 32 dargestellt; eine Innenansicht gibt Abb. 14. Die Hauptabmessungen sind folgende: Breite im Lichten 30,52 m, Länge im Lichten 57,2 m, Höhe bis Unterkante Binder 9,2 m. Zum Transport schwerer Materialien und zur Maschinenaufstellung ist ein Laufkran von 5 t Tragfähigkeit vorgesehen. Die Kranschienen liegen 6,4 m über S. O. und Flur und die lichte nutzbare Höhe unter dem Kran beträgt 6,8 m.

Die Aufstellung der Maschinen und Feuer ist aus Taf. 32 gut zu ersehen. Es ist auf der einen Seite des durchgehenden Längsgleises mit 9,75 m Breite die schwere Hammerschmiede mit den Glühöfen untergebracht, während die andere Seite mit 20,77 m Breite für die Anfertigung der leichten Schmiedeteile, die aus offenen Feuern geschmiedet werden, vorgesehen ist.

Für die schweren Schmiedearbeiten sind vorhanden: ein Dampfhammer mit 800 kg Bärgewicht, ein Lufthammer mit 400 kg Bärgewicht und eine dampfhydraulische Presse für 400 t Druck und die dazu gehörigen Glühöfen und zwar je einer von 1,8 m × 1,00 m Herdfläche für Dampf- und Lufthammer und einer mit 2,65 m × 1,6 m Herdfläche für die dampfhydraulische Presse. Zur Bedienung der Öfen und Hämmer sind an den Mauerpfeilern Schwenkkrane angebracht. Beim Schmieden unter der Presse kann auch der Laufkran unter Zwischenschaltung eines Federgehänges zu Hilfe genommen werden. Aufser diesen Maschinen sind auf derselben Seite des Längsgleises noch aufgestellt worden: eine Warmsäge, eine Spindelpresse mit 200 t Druck mit einem Glühofen von 0,8 m × 1,5 m Herdfläche zur Herstellung von Schmiedearbeiten im Gesenk und ein Satz Maschinen für die Anfertigung von Nieten und Bolzen bestehend aus einer Reibscheibenspindelpresse, Schere, Abgratmaschinen und Rundfeuer.

Die Schmiedefeuer sind als Doppelfeuer an der Aufsenwand und als Vierfachfeuer in der Mitte der Schmiede aufgestellt. Vorhanden sind fünf Doppelfeuer, drei Vierfach- und ein Rundfeuer, letzteres zum Anwärmen zu richtender Teile. Zwischen den Doppel- und den Vierfachfeuern sind in der Längsrichtung der Schmiede vier Lufthämmer so angeordnet, dafs sie von allen Feuern leicht zugänglich sind und zwar sind vorhanden: zwei Hämmer von je 175 kg, ein Hammer von 230 kg und ein Hammer von 275 kg Bärgewicht. Die Rauchabsaugung der Schmiedefeuer erfolgt durch künstlichen Zug unterirdisch mittels Saugers, der in einer Grube in der nordöstlichen Ecke untergebracht ist. In derselben Grube steht auch das Gebläse. Es ergibt sich so eine helle übersichtliche Schmiede. Nachteilig bei der künstlichen Rauchabführung ist aber der dauernde Kraftverbrauch. Der Sauger mufs so leistungsfähig vorgesehen werden, dafs er die erheblichen Rauchmengen, die morgens beim Anheizen der Feuer entstehen, abführen kann und zwar für sämtliche Feuer. Dazu ist ein Motor von etwa 20 PS erforderlich, während für den laufenden Betrieb am Tage etwa die halbe Leistung ausreichen würde, die sich noch weiter vermindert, wenn einige Feuer aufser Betrieb bleiben. Es empfiehlt sich daher für den Antrieb des Saugers einen regelbaren Gleichstrommotor vorzusehen. Man kann auch zwei Sauger vorsehen und umschalten.

Das östliche Ende der Schmiede wird in der ganzen Breite von der Federschmiede eingenommen; auch das östliche Ende des Längsgleises kann als Arbeitsplatz benutzt werden, da die Förderung so geregelt ist, dafs das östliche Tor nicht gebraucht wird.

Der Arbeitsgang ist folgender: Die Federn werden auf die hydraulische Presse gebracht, wo der Bund abgezogen wird. Die Blätter gehen dann zum Glühofen und werden nach dem Glühen und Anlassen auf Federambossen zur Zeit noch von Hand, demnächst aber von einem mechanischen Hammer angerichtet. Dann laufen sie zu einem Spannstock, auf welchem über die zusammengespannten Federlagen der angewärmte Bund herübergeschoben wird, und dann zur gleichen hydraulischen Presse, die mit wagrechtem und senkrechtem Kolben ausgerüstet ist und auch das Festpressen des Bundes auf den Federlagen ausführt. Zum Schlufs werden die Federn auf der Prüfmaschine geprüft. Für die Anfertigung neuer Lagen sind die Maschinen und ein Ofen an der Ostwand der Schmiede vorgesehen worden.

Glühöfen: Als Feuerungen für die Glühöfen sind in Betracht gezogen worden: Die Einzelfeuerung mit Halbgasgeneratoren und die zentrale Feuerung mit Gas und Kohlenstaub. Die Einzelfeuerung einer solchen Zahl von Öfen mit Kohle wurde nicht für zweckmäfsig gehalten, wegen der teuren Bedienung und der lästigen Kohlenbeförderung in der Schmiede. Ferner haben derartige Feuerungen eine lange Anheizzeit, oder wenn sie gedämpft nachts durchbrennen, erhöhten Kohlenverbrauch. Die Gasfeuerung ist in grofsen Schmieden mit guten Ergebnissen in Betrieb; sie erfordert aber eine teure Generatorenanlage und damit hohe Verzinsung und Abschreibung, ferner auch teure Öfen, weil zur Erzielung einer hohen Verbrennungstemperatur die Rekuperation weit getrieben werden mufs. Bei dem achtstündigen Betrieb der s. Zt. in Schwerte in Frage kam, hat die Gasfeuerung den Nachteil, dafs in der 15 stündigen Nachtpause die Generatoren unter Feuer gehalten werden müssen und Brennstoff und Bedienung erfordern. Letztere soll beim Betrieb mit Braunkohlenbriketts wegfallen können; es schien aber gewagt, den Betrieb der Schmiede allein auf einen Brennstoff zu stellen, der zum Industriebezirk erst auf weiten Wegen herangefahren werden mufs, und mit dessen regelmäfsiger Lieferung bei Aufstellung des Entwurfs nicht gerechnet werden konnte. Unter Berücksichtigung all dieser Erwägungen ist die Wahl auf die Kohlenstaubfeuerung gefallen, die sich damals bei uns einführte, und die bei einigen grofsen Ofenanlagen in der Industrie gute Ergebnisse aufwies. Bei der Kohlenstaubfeuerung war vor allem die schnelle Anheizzeit und die einfache Ofenbauart günstig, Eigenschaften,



Abb. 14. Blick in die Schmiede.

die bei den in Schwerte vorliegenden Verhältnissen ausschlaggebend waren.

Die Kohlenstaubfeuerung ist nach dem System Walther-Farner erbaut. Sie hat eine zentrale Mahlanlage, von der aus der Kohlenstaub durch einen Verteiler und durch Rohrleitungen den Brennern der einzelnen Öfen zugeführt wird. Es sind zwei Mühlen von je 500 kg Stundenleistung aufgestellt, von denen eine als Reserve dient. Verfeuert wird Steinkohle. Die Anlage ist aber so eingerichtet, dafs auch mit einem Zusatz von Rauchkammerlösche gearbeitet werden kann. Die Verfeuerung von Lösche hat aber im Betriebe viele Schwierigkeiten bereitet, wegen der wechselnden Zusammensetzung und der zeitweise sehr schlechten Beschaffenheit; sie ist aber hauptsächlich deswegen aufgegeben worden, weil die Lösche für die Feuerung der Dampfkessel nicht immer in der nötigen Menge angeliefert werden konnte, und daher für die Schmiede häufig keine Lösche zur Verfügung stand. Die Mahlanlage ist an der südlichen Längsseite in der Schmiede aufgestellt. Die Mühlen stehen zu ebener Erde; die Kohlen fliefsen ihnen aus Vorratsbunkern über einen Magnetscheider, der in den Kohlen enthaltene Eisenteile zurückhält, unmittelbar zu. Zur Regelung der Kohlenmenge ist zwischen Bunker und Magnetscheider eine Zuteilvorrichtung eingebaut, die durch ein Reibrädergetriebe betätigt wird. Die Mühle wird von einem Motor

mit 900 Umläufen minutlich unmittelbar angetrieben. Sie hat ein geteiltes gufseisernes Gehäuse, das innen mit quadratischen Stahlstäben gepanzert ist. Das Gehäuse ist durch ringförmige Bleche in mehrere Zellen geteilt, in denen auf der Welle befestigte Blechscheiben, die am Umfang mit Schlagpratzen aus Gufsstahl versehen sind und damit die Kohlenteilchen gegen die Panzerung des Gehäuses schleudern und dadurch zerkleinern. An der dem Kohlenzuflufs abgekehrten Seite der Mühle ist in dieselbe ein Sauger eingebaut, der die zerstäubten Kohlenteilchen, wenn sie die nötige Feinheit haben, um von dem Luftstrom mitgerissen zu werden, ansaugt und in die Leitung drückt. Von der Hauptleitung zweigen sich in einem Verteiler die Leitungen zu den fünf Öfen ab, die am Verteiler durch Schieber abstellbar sind. Die Einführung des Kohlenstaubes in die Öfen geschieht von oben nach unten. Dem Luft-Kohlenstaubstrom wird in dem in der Ofendecke liegenden Brenner vorgewärmte Hilfsluft zugemischt. Die Flamme brennt senkrecht von oben nach unten und sondert auf diese Weise beigemischte Schlackenteilchen ab, die am Boden der Verbrennungskammer als flüssige Schlacke abgezogen werden; dann strömt sie über den Herd und zieht in den Fuchs ab. Eine Rekuperation ist nicht vorgesehen. Nur wird die Hilfsluft, die am Ofen unten eintritt, in zwei Rohren in der Wand der Verbrennungskammer hochgeführt und dadurch mäfsig vorgewärmt.

Die Feuerung hat sich im allgemeinen bewährt. Es waren allerdings verschiedene Änderungen an den einzelnen Öfen auszuführen, ehe ein einwandfreier Betrieb möglich war. Zunächst sind nach und nach die Verbrennungskammern sämtlich vergröfsert worden. Die Verbrennung der Kohlenteilchen dauert länger als bei der Gasflamme, infolgedessen mufs die Flamme zum Ausbrennen eine gewisse Länge haben. Zu diesem Zwecke wurden die Verbrennungskammern erhöht und die Brenner geändert. Jetzt sind die Öfen betriebssicher. Verbesserungsfähig ist noch die Verteilungsrohranlage, die im Durchmesser zu eng hergestellt worden ist und dadurch einen zu hohen Kraftverbrauch verursacht und ferner die Regelung der Kohlenstaubmenge für den einzelnen Ofen und damit die Regelung der Temperatur. Bei neueren Ausführungen von Öfen gleichen Systems sind die Verbesserungen durchgeführt.

Der Mahlanlage vorgeschaltet ist eine Trockentrommel, die in einem Anbau der Schmiede zusammen mit zwei Bansen für Kohle und Lösche untergebracht ist. Die Trockentrommel ist eine zylindrische Trommel aus Eisenblech, welche von den Abgasen der Öfen, die von einem Sauger gesaugt werden, im Gegenstrom durchströmt wird. Die Trommel ist im Innern mit einem System von Blechhürden versehen, die den Zweck haben die Fallhöhe der Kohlen- bzw. Löscheteilchen möglichst zu vermindern, damit nicht zuviel davon von dem Gasstrom mitgerissen wird. Der mitgerissene Staub wird in einer Staubkammer niedergeschlagen.

Die Schmiede hat in dem der Schiebebühne 2 zugekehrten Ende einen zweistöckigen Vorbau, in dessen unterem Stock auf der einen Seite des Längsgleises die Gesenkmacherei und das Gesenklager untergebracht sind, während gegenüber ein Büro vorgesehen ist. Im zweiten Stock liegen der Wasch- und Ankleideraum und die Meisterstuben.

Den Dampf für den Dampfhammer und die dampfhydraulische Presse liefert das Kesselhaus. Der Abdampf dieser beiden Maschinen wird in der zentralen Warmwasserbereitungsanlage zur Erzeugung von warmem Wasser für Wasch- und Badezwecke ausgenützt.

### Das Heizkraftwerk.

Die gesamten Werkgebäude die von einer Stelle aus geheizt werden, haben bei —20° Aufsentemperatur einen Wärmebedarf von rund acht Millionen W. E. in der Stunde. Zur Erzeugung dieser Wärmemenge wäre ein grofses Kesselhaus notwendig gewesen. In unserer Zeit, wo wir mit den vorhandenen Energiequellen sparsam umgehen müssen, wird man sich nicht ohne weiteres entschliefsen können nur zu Heizzwecken jährlich grofse Kohlenmengen zu verfeuern, wenn man mit geringen Mehrkosten neben den zur Heizung nötigen W. E. auch die elektrische Energie für den Betrieb daraus erzeugen kann. Da eine genaue Berechnung die Wirtschaftlichkeit der Krafterzeugungsanlage nachwies, entschlofs man sich dazu ein Heizkraftwerk zu bauen. Die Heizung wurde als Mitteldruckheizung ausgebildet, und der Heizdampf der den Betriebsstrom erzeugenden Dampfturbine als Anzapfdampf entnommen.

Taf. 33 gibt Grundrifs und Querschnitte des Kraftwerkes. Die Kessel sind hoch gelegt, so dafs der Aschenkeller zu ebener Erde zu liegen kommt. Schlackensäcke, Füchse und Schornstein sind so hoch angeordnet, dafs die Ausläufe 1,9 m über Flur liegen, so dafs Asche und Schlacke wenn es nötig wird zu ebener Erde abgefahren werden können. Sie werden aber gewöhnlich durch Wasser selbsttätig durch eine Rinne in die auf dem Kohlenhof liegende Spülgrube gespült und dann mit dem Greifer verladen. Beim Bau des Hauses ist Eisenbeton in weitgehendem Mafse verwendet worden.

Das Kesselhaus enthält vier Dampfkessel mit je 300 qm Heizfläche, die als Kammerkessel mit schrägliegenden Wasserrohren ausgebildet sind. Ihr Betriebsdruck ist 18 at. Als Brennstoff wird Rauchkammerlösche verwendet, der auf drei Teile ein Teil Nufskohle zugesetzt wird. Der Heizerstand liegt 5 m über S. O. Da bei der Verfeuerung von Lösche leicht Flugasche mitgerissen wird, sind die Kessel sehr hoch gestellt worden, damit sich die Flugasche nicht an den Wasserrohren ablagert. Der Abstand der unteren Rohrreihe vom Rost beträgt 1,75 m. Die Kessel stehen einzeln mit 2,50 m Abstand voneinander, damit man gut an die Roste herankommen kann, um wenn nötig das Feuer zu regeln und mit der Krücke nachzuhelfen, wenn einmal infolge zu hohen Flugaschegehaltes der Lösche an einer Stelle die Zündung abreifst oder um entstandene Löcher auszufüllen. Das kommt wegen der Ungleichmäfsigkeit der Lösche sehr häufig vor.

Als Feuerungen wurden für zwei Kessel Unterwindwanderroste von Nyeboe und Nissen und für die beiden anderen Kessel Unterwindwanderroste der Firma Walther mit angebauten Schlackengeneratoren verwendet. Die Nyeboe- und Nissenroste sind in dieser Zeitschrift bereits beschrieben worden. Eine Neuerung bietet aber in Schwerte der an diese Roste angebaute Nachverbrennungsrost der Bauart Gautsch. Dieser ist im wesentlichen ein durch einen Kipprost verschlossener Schacht, in welchen die glühenden Rostrückstände über einen wassergekühlten Abstreifer hineinrutschen und in welchem sie nochmals mit Hilfe von Luft, die durch einen Dampfstrahl angesaugt wird, durchgebrannt werden. Von Zeit zu Zeit wird der Rost gekippt und der Inhalt des Schachtes fällt in den Schlackenfall. Die Nachverbrennung ist bei der Löschefeuerung sehr wichtig weil die sehr feinkörnige Lösche schwer zündbare Koksteilchen enthält, die leicht von Schlackenteilchen eingeschlossen werden, oder es liegen diese Koksteilchen in einer Menge Flugasche, die aus der Lokomotive stammt und mit der Lösche verladen wurde. Jedenfalls hat sich bei den bisherigen Löschefeuerungen herausgestellt, dafs die Asche sehr viel Unverbranntes enthält, teilweise bis 30 v. H.

Die Vergasung der glühenden Rückstände, die Walther in seinem Schlackengenerator vornimmt, ist deshalb gerade bei der Löscheverfeuerung angebracht, und die Ergebnisse in Schwerte mit dieser Neuerung sind bis jetzt gut. Die Schlackengeneratoren bestehen im wesentlichen aus einem wassergekühlten Schacht rechteckigen Querschnitts, in den der Wanderrost die glühenden Feuerungsrückstände entleert. Durch einen besonderen Bläser

wird Luft in den Generator geblasen wodurch die in den Rückständen befindlichen brennbaren Teile vergast werden. Die Gase verbrennen unter dem Kessel und vermindern den Luftüberschufs der Feuerung. Die Schlacken werden in einem Brechwerk, das an den Schacht angebaut ist, und das absatzweise in Betrieb gesetzt wird, zerkleinert und in eine kippbare Mulde entleert, die zum Abschlufs des Generators gegen Luft mit Wasser gefüllt ist. Diese Mulde wird von Zeit zu Zeit in die Spülrinne gekippt und die Schlacken werden durch den Wasserstrahl in die Grube gespült.

An jeden Kessel ist ein gufseisener Rauchgasvorwärmer angebaut mit je 208 qm Heizfläche. Sie haben elektrisch angetriebene Kratzer und können nach Bedarf bei Ausbesserungen einzeln vom Fuchs und Kessel abgesperrt werden.

Die Zuführung des Speisewassers geschieht durch zwei Hochdruckkreiselpumpen mit elektrischem Antriebe. Der gröfste Teil der Heizung hat selbsttätige Kondensatrückführung durch Rückspeiser. Das Zusatzwasser wird in einem Speisewasserreiniger der Bauart Neckar enthärtet.

Die Beförderung von Kohle und Lösche zum Kraftwerk und zum Platz geschieht mit einer Führerstandslaufkatze mit einem 2 cbm fassenden Vierseil-Greifer und Doppelmotorhubwerk. Die Laufkatze läuft auf einer festen Fahrbahn über der Mitte des Kohlenwagengleises und kann mittels Schleppweiche auf die den Platz bedienende Brücke mit 33,5 m Spannweite abgelenkt werden, die mit ihrem einen Ende auf der Eisenkonstruktion der Laufkatzenfahrbahn und mit dem andern Ende auf einer Laufschiene zu ebener Erde läuft (Abb. 15). Die Brücke hat einen Ausleger und kann, wie auf dem Bilde zu sehen ist, auch für die Bekohlung der Gasgeneratorenanlage und die Entleerung der Schlammgruben der Azethylenanlage benutzt werden. Die Laufkatze fährt die Kohlen vom Platz oder aus den Eisenbahnwagen an die Nordostecke des Kesselhauses und entleert sie dort in den Überladebunker 11 oder 12, je nachdem sie Kohle oder Lösche gefafst hat. Unter den Ausläufen dieser Bunker liegt eine Welle mit rechts- und linksgängiger Schnecke, die den Brennstoff nach der Mitte zu in die Fülltrommel des Kesselhausbecherwerkes befördert. Das richtige Mischungsverhältnis wird durch Einstellung der Auslaufschieber erzielt. Das Becherwerk entleert selbsttätig durch einen verschiebbaren Anschlag seine Becher in die vor den Kesseln angeordneten grofsen Bunker. Da bei grofser Fallhöhe Kohle und Lösche wegen ihres verschiedenen spezifischen Gewichtes sich entmischen, ist unter dem Becherwerkstrang eine einstellbare Schurre aufgehängt, die die Fallhöhe vermindert und der Entmischung vorbeugt. Aus den Bunkern läuft die Kohle über eine selbsttätige Wage in die Schütttrichter der Wanderroste. Die Notbekohlung erfolgt durch einen Schwenkkran mit Elektrozug. Dieser Schwenkkran kann bei Versagen der Hofbekohlung die Muldenkipper einer leichten Feldbahn, die auf dem Hof schnell verlegt werden kann, in die Überladebunker befördern, von wo sie mit dem Becherwerk in die Bunker befördert werden. Steht auch das Becherwerk, so werden die Kippwagen auf den Heizerstand gefahren und von Hand entleert. Falls nur das Becherwerk aufser Betrieb ist, die Hofbekohlung aber arbeitet, ist Vorsorge getroffen, dafs die eine Seitenwand der Überladebunker herausgenommen werden kann, so dafs die Kippwagen in die Bunker hineinfahren und von dem Greifer direkt beladen werden können.

Die Unterwindwanderroste, Schlackenabstreifer, Nachverbrennungsroste, die Schlackengeneratoren und die Kühlwangen der Roste brauchen erhebliche Mengen Kühlwasser, etwa 20 cbm/Std. Zur Ersparung von Frischwasser und da wegen der grofsen Kondensatmengen die anfallen, das Rostkühlwasser zur Speisung nicht verwendet werden kann, wird das Kühlwasser durch die zu kühlenden Teile in einen Hochbehälter gepumpt von dem es, nachdem es sich abgekühlt hat, den Pumpen wieder zuläuft.

Die Entaschung. Unter den Kesseln, den Rauchgasvorwärmern und dem Fuchs laufen Querrinnen, die in eine in der Längsrichtung des Kesselhauses laufende Hauptrinne einmünden. Die Hauptrinne läuft mit einem Gefälle von 1 : 20 durch den Unterbau des Schornsteins hindurch in die Spülgrube auf dem Hof. Die Rinnen sind im Aschenkeller mit Stahlbeton ausgekleidet und mit Riffelblech abgedeckt. Die Grube hat etwa 7 × 9 m Grundfläche und ist 7 m tief. Ihre Lage und Gröfse ist dadurch bestimmt, dafs das Kesselhaus nach dem Kohlenplatz zu auf das Doppelte erweiterungsfähig sein soll, dafs dann die Schlackenabgänge von acht Kesseln aufgenommen werden müssen und dafs dabei das Wasser noch kühl und sauber genug bleibt, dafs es zum Spülen wieder verwendet werden kann. Die Grube ist durch Schwallwände in mehrere Kammern geteilt, in denen Asche und Schlacke sich absetzen sollen. Das geklärte Wasser wird von der Pumpe wieder angesaugt, die in einer an die Grube angebauten Pumpenstube untergebracht ist.

Die Pumpe wird vor der Entschlackung angesetzt und an dem zu entschlackenden Kessel der Schieber in der Spülleitung und dann der Schlackenschieber geöffnet. Die glühenden Schlacken werden in dem fliefsenden Wasserstrom abgelöscht und weggespült. Für die Abführung der Flugasche aus dem Fuchs und den Rauchgasvorwärmern sind unter den Ausläufen noch besondere Trichter angebracht, in welche das Spülwasser tangential einläuft und sich auf diese Weise gut mit der Flugasche mischt. Die Spülanlage hat sich gut bewährt.

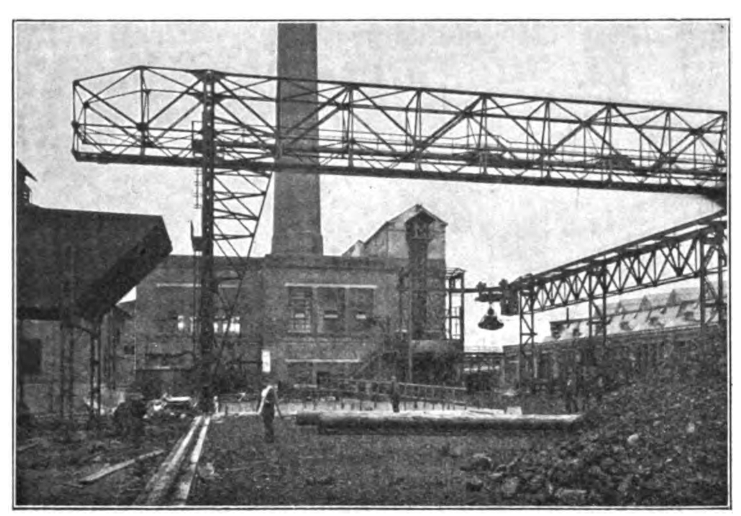


Abb. 15. Kraftwerk mit Bekohlungsanlage.

Das Maschinenhaus hat 14 m × 38,85 m Grundfläche und 9 m Höhe bis zur Unterkante der Dachbinder. Der Flur liegt in derselben Höhe wie der des Kesselhauses, 5 m über S. O. An der Langseite ist das Schalthaus vorgebaut mit 6 m lichter Breite und nach der Schiebebühne zu ein Anbau mit zwei niedrigen Geschossen, der Büros, Aufenthalts- und Waschräume für das Maschinisten- und Heizerpersonal und in einem unterkellerten Raum die Zentrale der Warmwasserbereitungsanlage enthält.

Im Maschinenhaus sind in Betrieb die 850 kW Anzapfdampfturbine mit dem Turbogenerator, der Dampfkompressor zur Erzeugung der Prefsluft für das ganze Werk und die Drehstrom-Gleichstrom-Einankerumformer, die den Gleichstrom für die regelbaren Antriebe liefern. (In Taf. 33 nicht eingetragen.) Bedient wird das Maschinenhaus durch einen 15 t Laufkran, der durch eine im Flur freigelassene Öffnung von dem im Keller stehenden Eisenbahnwagen direkt abheben kann. Die Dampfturbine hat für die Einlafsventile und die beiden Heizdampfventile die Öldrucksteuerung. Für den Fall, dafs die Anzapfdampfmenge nicht für die Heizung ausreicht, ist

ein Frischdampfzusatzventil vorgesehen, das gleichfalls mit Öldruck gesteuert wird. Um auch bei stillstehender Turbine heizen zu können, ist eine besondere elektrisch angetriebene Ölpumpe vorhanden, die das zur Steuerung des Frischdampfventils erforderliche Drucköl liefert. Im Keller ist die Turbinenkondensationsanlage aufgestellt. Luft- und Kondensatpumpe werden elektrisch angetrieben. Die Zu- und Abluftleitungen für den Generator liegen im Kellerfufsboden und unter der Schalthauszwischendecke. Sie sind gleich für die später noch aufzustellenden Turbinen vorgesehen worden.

Der Dampfkompressor verdichtet 1900 cbm Ansaugeluft in der Stunde auf 8 at Überdruck. Er ist doppelstufig und mit Zwischenkühlung ausgerüstet und wird durch eine Kondensationsdampfmaschine für überhitzten Dampf von 15 at Eintrittsspannung in Tandemanordnung angetrieben.

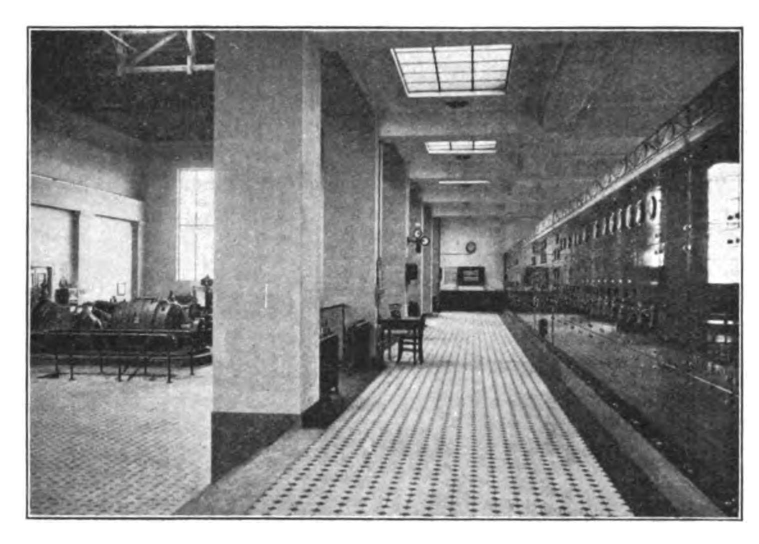


Abb. 16. Blick in das Maschinenhaus, im Vordergrund Niederspannungsschalttafel.

Das Schalthaus enthält im Untergeschofs die Zellen für die Transformatoren und die Akkumulatoren die den Gleichstrom für die Betätigung der Fernschalter liefern und ferner die Hochspannungsschaltanlage für den Reserveanschlufs vom Elektrizitätswerk »Mark«. Im Obergeschofs ist die Niederspannungsschaltanlage für das ganze Werk und die Schalttafel für die Turbodynamo untergebracht (Abb. 16).

Das elektrische Leitungsnetz enthält drei Leiter für Drehstrom von $3 \times 380$ Volt Spannung und einen Nulleiter. Das Licht liegt zwischen Phase und Nulleiter mit 220 Volt Spannung. Der gröfste Teil der Antriebe ist für Drehstrom eingerichtet, auch sämtliche Kran- und Schiebebühnenantriebe. Nur die regelbaren Antriebe der schweren Werkzeugmaschinen sind für Gleichstrom eingerichtet mit 440 Volt Spannung, der in zwei Einankerumformern von je 100 kW Leistung erzeugt wird. Für die Handlampen im Werk wurde eine einheitliche Spannung von 20 Volt gewählt, die in kleinen Transformatoren, die in den Anschlufskästen für die Stecker untergebracht sind, erzeugt wird. Für elektrische Handbohrmaschinen sind in sämtlichen Werkstätten gufseiserne Anschlufskästen für 25 Amp. eingebaut, in der Kesselschmiede aufser diesen noch solche für 60 Amp. Stromstärke für den tragbaren Lichtbogenschweifsumformer.

Bei den Anschlüssen für Licht und Kraft sind soweit wie möglich die Abschmelzsicherungen gegen selbsttätige Höchststromschalter ausgewechselt worden.

Prefsluft wird zentral für das ganze Werk im Kraftwerk erzeugt. Der Leitungsdruck beträgt 7 at.

Ebenso besteht eine zentrale Erzeugungs- und Verteilanlage für Azethylen und eine für Generatorgas.

Den Sauerstoff erzeugt eine eigene Anlage von 40 cbm/Std. Leistungsfähigkeit, die auch einen grofsen Teil des Ausgleichbezirks versorgt. Für die Versendung sind Sonderwagen mit vier Hochdruckflaschen von je 900 l Inhalt und 200 at Betriebsdruck gebaut worden. Innerhalb des Werkes haben die Hauptabnehmer, die Kessel- und die Rohrschmiede eine ortsfeste Verteilungsleitung mit vielen Anschlüssen. Diese Verteilungsleitung ist für 150 at Druck gebaut, wird aber nur mit 50 bis 100 at Druck betrieben. Die Leitung ist an die zentrale Batterie in der Sauerstoffanlage angeschlossen, die aus fünf Hochdruckflaschen von je 900 l Inhalt besteht. Diese Flaschen werden zunächst in die Versandwagen und die von anderen Werken eingesandten Flaschen abgefüllt, und wenn der Druck sich auf etwa 90 at vermindert hat, einzeln auf die Leitung des Werkes geschaltet. Die Hochdruckverteilung im Werk hat sich gut bewährt. Um auch bei den weiter abliegenden Werkstätten den Flaschenversand nach Möglichkeit einzuschränken, sind noch zwei Werkwagen gebaut worden, die je drei Stück Hochdruckflaschen mit je 300 l Inhalt besitzen und somit 22 kleine Flaschen ersetzen. Diese Wagen werden an die Stellen mit gröfserem Verbrauch gefahren und nach Entleerung in der Sauerstoffanlage wieder gefüllt.

Es ist ferner noch zu erwähnen die zentrale Warmwasseranlage, die mit Abdampf betrieben wird und durch eine Verteilungsrohrleitung das ganze Werk mit warmem Wasser versorgt. Ferner noch die Rohrpostanlage, an welche sämtliche Abteilungen angeschlossen sind, eine Selbstwählertelephonanlage und eine Feuermelde- und Wächterkontrollanlage.

Damit sind die hauptsächlichsten Anlagen des Eisenbahn-Ausbesserungswerkes Schwerte beschrieben. Über die übrigen Anlagen und Einzelfragen wird später noch Gelegenheit zu Mitteilungen sein. Es sei noch bemerkt, dafs das Werk im Herbst des Jahres 1922 in Betrieb genommen wurde und trotz der Hemmnisse, die die Ruhrbesetzung brachte, und trotz der Schwierigkeiten, die die Unterbringung der Arbeiter verursachte, in verhältnismäfsig kurzer Zeit auf eine beachtenswerte Leistungsfähigkeit gebracht worden ist. Es hat zur Zeit rund 1250 Arbeiter.

# Die schweifstechnische Versuchsabteilung der Reichsbahn in Wittenberge.

## Ihre Aufgaben und Einrichtungen.

Von Oberregierungsbaurat **Bardtke.**

Während für die altbekannten Arbeitsverfahren die an Werkstoff und Hilfsstoff zu stellenden Anforderungen, die Grundlagen zur sachgemäfsen Auswahl der Maschinen und Geräte usw. bekannt sind und so ein sicheres Vorgehen ermöglicht ist, trifft dies für die neueren Industriezweige, die eine rasche, plötzliche Entwicklung genommen haben, nicht zu. Zu ihnen gehört die moderne Schweifstechnik. Sie hat ihren Aufschwung in hohem Mafse dem Kriege zu verdanken, der durch ihn erwachsenen Notwendigkeit, an Stoffen zu sparen oder beschädigte Gegenstände aufs schnellste wiederherzustellen. Dies sind ja die beiden hauptsächlichsten Anwendungsgebiete der neueren Schweifsverfahren. Während sie anfangs dazu dienten, alte Gegenstände wieder gebrauchsfähig zu machen, hat sie heute bereits in vielen Fällen die Nietung und Verschraubung bei Neukonstruktionen verdrängt. Hohe Anforderungen müssen jedoch hier wie dort an die Schweifsen gestellt werden.

Kann diesen genügt werden? Ist es möglich, beschädigte oder abgenutzte Teile durch Schweifsen wieder so herzustellen, dafs sie denselben Beanspruchungen wie neue gewachsen sind? Kann man Trägerkonstruktionen und Kessel ebenso sicher durch Schweifsen wie durch Nieten ausführen?

Wie die Erfahrungen gelehrt haben, können diese Fragen unbedenklich bejaht werden. Bedingung ist nur, dafs man über gute Anlagen verfügt, beste Stoffe verwendet und ein durchaus zuverlässiges Personal besitzt. Es ist dies hier um so mehr erforderlich, als nur sehr geübte Fachleute einer fertigen Schweifsstelle äufserlich ansehen können, ob sie gut ausgefallen ist. Will man ganz sicher gehen, so ist eine Prüfung der Schweifse ohne Zerstörung der Arbeit selten genau genug. Um so mehr mufs man sich auf das Personal verlassen können. Und hier liegt die gröfste Schwierigkeit.

Die moderne Schweifstechnik, insbesondere die Schmelzschweifsung, also das Schweifsen mit Gasen oder elektrischem Strom, ist, wie gesagt, eine neue Wissenschaft, die einstweilen noch nur an einigen Hoch- und Fachschulen gelehrt wird. Auch bei diesen befindet man sich noch in den Anfängen. Die Folge ist, dafs gute Schweifsingenieure und Schweifstechniker heute noch sehr selten sind. Es fehlt deshalb an den meisten Stellen, wo geschweifst wird, an Fachleuten, die die Schweifser beaufsichtigen und anleiten können und ihre Arbeiten zu beurteilen vermögen. Schwerer fällt noch ins Gewicht, dafs es bis heute noch kein eigentliches Schweifshandwerk gibt, dafs also der Schweifser nicht eine bestimmte Lehrzeit, wie ein Schlosser, Dreher, Schmied u. a. zurückzulegen hat. Gewöhnlich ist der Lehrgang folgender gewesen: Wurde irgendwo ein Schweifser gebraucht, so nahm man einen beliebigen Handwerker oder Arbeiter, der Lust zum Schweifsen hatte oder sich vielleicht einen höheren Verdienst erhoffte und liefs ihn von der Lieferfirma der Schweifsanlage oder durch einen älteren Schweifser der eigenen oder einer Nachbarfabrik eine bis zwei Wochen ausbilden; denn erfahrene Schweifser einzustellen, war wegen Mangel an solchen selten gegeben. Wenn schon eine solche Ausbildungszeit als durchaus unzureichend bezeichnet werden mufs, so kommt dazu, dafs der neue Schweifser vielfach noch grundfalsche Anweisungen erhält, sei es, weil sein Lehrer seine Kunst nicht verraten will, was leider oft genug der Fall ist, sei es, weil der Lehrer selbst auf diese Weise ausgebildet ist und sein Handwerk auch nicht einwandfrei auszuüben vermag. Wie für Schweifsingenieure fehlt es auch für Schweifser an guten Ausbildungsstellen und Schulen, an denen diese praktisch und theoretisch sich ausbilden lassen könnten.

Bedenkt man nun noch, dafs sich allmählich eine grofse Anzahl Firmen auf dies neue, einen bedeutenden Absatz versprechende Gebiet gestürzt haben, die entweder nicht über genügende Erfahrungen verfügen, oder die Konkurrenz unterbieten wollen und aus diesen Gründen minderwertige Schweifsstoffe, ungeeignete Schweifsgeräte und Schweifsanlagen anbieten und bei der Unerfahrenheit der Käufer auf diesem Gebiete auch absetzen, so ist es wohl zu erklären, dafs heute zwar bereits an aufserordentlich vielen Stellen geschweifst wird, aber nur an wenigen gut und mit Sachkenntnis.

Auch bei der Reichsbahn ist man diesen Weg gegangen. Noch vor wenigen Jahren waren es nur vereinzelte Werke, die sich mit Schweifsarbeiten abgaben und sich die nötigen Erfahrungen gesammelt hatten, um brauchbare Arbeiten liefern zu können. Heute besitzt fast jedes noch so kleine Betriebswerk eine Schweifsanlage, doch nur selten das Personal dazu, das mit der Anlage umzugehen versteht, und so arbeitet, wie es der Eisenbahnbetrieb erfordert. Eine grofse Anzahl Fehlschweifsungen, die das E. A. W. Wittenberge gesammelt hat und auf die ich noch späterhin zu sprechen kommen werde, bestätigt dies.

Der Eisenbahnbetrieb aber verlangt höchste Sicherheit. Sie geht unbedingt der Wirtschaftlichkeit vor. So wirtschaftlich es auch sein mag, alte beschädigte Gegenstände, deren Neuanschaffung hohe Kosten verursachen würde, auf billigste Weise, durch Schweifsen wiederherzustellen, so müfste doch darauf verzichtet werden, wenn die Sicherheit darunter leiden würde. Da aber gerade der Eisenbahnbetrieb ein grofses Anwendungsgebiet für die neueren Schweifsverfahren bietet und hier ungeheure Kosten gespart werden können, so war es von grofser Wichtigkeit, Mittel zu finden, um diese Schwierigkeiten zu überwinden.

Es bestand deshalb der Wunsch, eine Stelle zu schaffen, die durch sorgfältige Versuche festzustellen vermag, welche Gegenstände ohne Bedenken geschweifst werden können, welche Verfahren, Geräte und Stoffe sich am besten für die verschiedenen Aufgaben eignen, und die ferner in der Lage ist, auf Grund ihrer Erfahrung ein zuverlässiges Personal heranzubilden und andere Stellen zu beraten. Gewählt wurde das Ausbesserungswerk Wittenberge, das nicht nur bereits über gröfsere Schweifsanlagen verfügte, um die Versuche durchzuführen und dem anzulernenden Personal Gelegenheit zur praktischen Übung zu geben, sondern auch schon längere Zeit auf dem Gebiet tätig war und langjährige Erfahrungen und gut eingearbeitetes Lehrpersonal infolgedessen besafs.

Es wurde daraufhin bei diesem Werk vor etwa zwei Jahren eine Schweifsereiversuchsstelle eingerichtet und als Leiter derselben ein Hüttenfachmann angestellt, der die für die Versuche erforderlichen Kenntnisse auf metallographischem Gebiet besitzt und die Schweifsproben in dieser Richtung zu prüfen und zu untersuchen vermag. Auf Grund der neuen Denkschrift über die Neuordnung des Werkstättenwesens der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft wird die Versuchsstelle als besondere Abteilung des Werkes geführt.

### A. Die Aufgaben der schweifstechnischen Versuchsabteilung.

Die Aufgaben der V. A. sind nach dem einleitend Ausgeführten folgende:

1. Prüfung der Schweifsereibetriebsstoffe, 2. Erprobung der Schweifsgeräte- und Schweifsmaschinen, 3. Prüfung der Schweifsverfahren, vergleichende Versuche derselben bezüglich Sicherheit und Wirtschaftlichkeit und Anwendbarkeit bei der Reichsbahn, 4. Auskunfterteilung an die übrigen Schweifsstellen der Reichsbahn, 5. Ausbildung der Schweifser und Schweifsingenieure der Reichsbahn.

**1. Prüfung der Schweifsereibetriebsstoffe.**

Als Betriebsstoffe kommen in Frage die Schweifsgase und Schweifsflüssigkeiten, die Schweifsstäbe, Stabumhüllungen und Schweifspasten.

Die Schweifsgase, insbesondere Sauerstoff und Azetylen, und die Schweifsflüssigkeiten, wie Benzol u. a., unterliegen bei der V. A. nur insoweit einer Untersuchung, als sie zu Versuchsschweifsungen benutzt werden, um Fehlschweifsungen, die auf Unreinheiten dieser Betriebsstoffe zurückzuführen sein dürften, auszuschalten. Die Gase, auch für die Betriebsschweifsungen, insbesondere für die fremden Werke, auf Reinheit zu untersuchen, würde nicht durchführbar sein.

Dagegen werden von allen Lieferungen, die das Eisenbahn-Zentralamt für die Werke der Reichsbahn an blanken und umhüllten Schweifsstäben bestellt, Probestäbe durch die Abnahmebeamten der V. A. zugeleitet und von ihr nach bestimmten Richtlinien geprüft. Dies hat sich als besonders notwendig herausgestellt, weil gerade auf die Schweifsstäbe das in der Einleitung Gesagte am meisten zutrifft, dafs sich nämlich eine grofse Anzahl Firmen diesem Fabrikationszweig zugewandt haben, die gar nicht in der Lage sind, einwandfreie Stoffe zu liefern und vielfach obendrein durch Preisunterbietung auch die gut liefernden Firmen veranlafst haben, billigere, minderwertige Stoffe anzubieten, um bei den Ausschreibungen nicht auszufallen. Es wird auf diesem Gebiete eine ungeheure, vielfach irreführende Reklame entfaltet. So werden beispielsweise mit Vorliebe Stäbe angeboten, die angeblich aus Holzkohleneisen bestehen sollen. Die Käufer glauben, das bekannte schwedische Holzkohleneisen zu erhalten, das in Hochöfen mit Holzkohlenfeuerung, vorzüglich in Schweden, doch nur in geringem Mafse auch in Deutschland, gewonnen wird. Dies ist zweifellos ein ganz vorzügliches Material, aber selbst für hochwertige Schweifsarbeiten viel zu teuer und unwirtschaftlich. Das angebotene Holzkohleneisen ist deshalb meist nichts anderes als ein in Holzkohle geglühter Flufseisendraht, der durch die Behandlung nur teuer wird, ohne besondere Vorteile zu bieten.

Um gute, brauchbare Schweifsstäbe zu erhalten, hat die V. A. eine grofse Anzahl Versuche mit den Erzeugnissen der verschiedensten Firmen angestellt und auf diese Versuche hin Lieferungsbedingungen aufgebaut. Die Versuche waren folgender Art:

Die Stäbe wurden zunächst chemisch untersucht, um festzustellen, ob sie eine für die zu schweifsenden Werkstücke geeignete Zusammensetzung haben und rein von schädlichen Beimischungen waren, die das Schweifsen ungünstig beeinflufsen konnten. Es war dabei zu berücksichtigen, dafs manche Legierungsbestandteile der Schweifsstäbe, wie beispielsweise Silicium, im elektrischen Lichtbogen teilweise verbrennen und deshalb der Schweifsstoff für diesen Zweck einen höheren Hundertsatz an ihnen enthalten mufs.

Hierauf wurden mit den Stäben Schweifsungen ausgeführt und das schweifstechnische Verhalten beobachtet. Der Schweifsstab soll bekanntlich nicht spritzen, leicht flüssig sein und gut einbrennen.

Die Schweifsproben wurden nun einer mechanischen Prüfung durch Biegeproben, Zerreifsproben oder Kugeldruckproben, je nach dem zu prüfenden Material und den an die Schweifsungen zu stellenden Anforderungen, unterworfen. Die Biegeprobe ist für Flufseisenschweifsungen die strengste, es wird ein Biegewinkel von 90° bei Blechstärken von 10 mm und darüber und ein Winkel von 120° bei schwächeren Blechen verlangt. Die Kugeldruckprobe kommt vor allem für Gufseisenschweifsungen in Frage, wo die Schweifsstelle und besonders der Übergang der Schweifsstelle zum Werkstück nicht härter sein soll, als der Stoff des Werkstückes. Diese Anforderung ist besonders bei Kaltschweifsung von Gufseisen schwer zu erreichen.

Schliefslich wurden die Schweifsproben noch metallographisch geprüft. In vielen Fällen wird bereits eine Grobuntersuchung (makroskopische Prüfung) genügen, um schlechte Schweifsung zu erkennen. Beispielsweise lassen sich Schlackeneinschlüsse, Verbrennungen des Werkstückstoffes (besonders gefährlich bei Kupfer), ungenügende Bindung, meist bereits mit blofsem Auge erkennen. Um ein genaues Urteil über die Güte der Schweifsung zu gewinnen, ist, wenn die makroskopische Untersuchung keine Anstände ergeben hat, noch eine Feinuntersuchung (mikroskopische Prüfung) erforderlich, da man bei dieser erst das Gefüge der Schweifsstelle und etwaige Veränderungen in der Zusammensetzung des Werkstoffes und in der Lagerung seiner Bestandteile erkennen und feststellen kann, ob der Übergang von Schweifse zu Werkstoff gleichmäfsig ist.

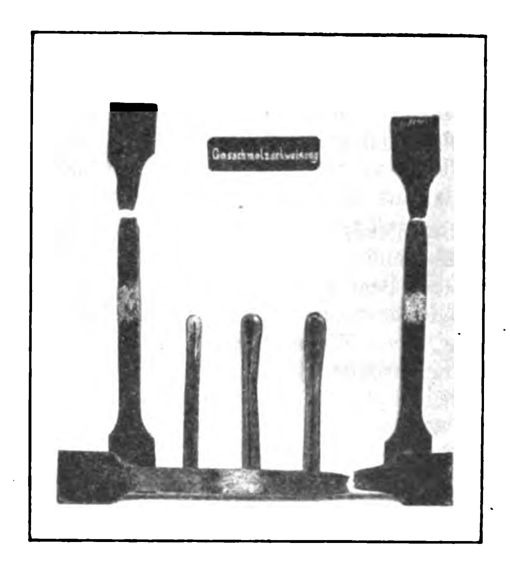


Abb. 1. Gelungene Schweifsungen.

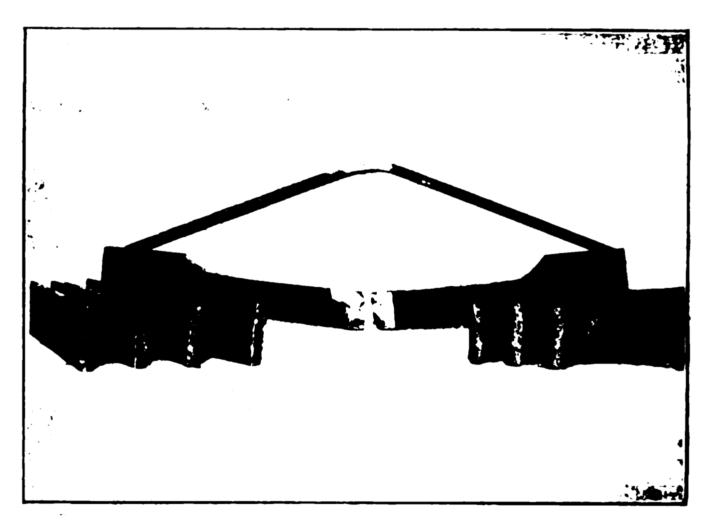


Abb. 2. Fehlschweifsungen.

Auf diese Weise wurden die besten Zusammensetzungen für Flufseisen-, Gufseisen-, Stahl- und Kupferstäbe ermittelt und den Bedingungen des E. Z. A. zugrunde gelegt.

Abb. 1, 3, 5, 7, 9 zeigen einige gut gelungene Probestücke aus diesen Versuchen, Abb. 2, 4, 6, 8, 10 Probeschweifsungen, die den Anforderungen nicht entsprachen. Die Versuchsstäbe der Lieferung werden nun laufend in gleicher Weise durchgeprüft, so dafs Gewähr vorhanden ist, dafs für Schweifszwecke nur durchaus geeignete Stoffe beschafft werden.

Selbstverständlich dürfen für die Versuche nur vorzügliche Schweifser verwendet werden, bei denen man einer einwandfreien Arbeit unbedingt sicher ist. Durch unrichtige Ausführung der Schweifsarbeiten werden die Ergebnisse stark beeinflufst, worauf auch die vielen Beanstandungen geprüfter Stablieferungen zurückzuführen sind, die die V. A. nachzuprüfen hat und die sich in fast allen Fällen als unbegründet herausstellten.

Ebenso werden die vielen in den Handel gebrachten Schweifsmittel, Pasten, Stabumhüllungen laufend untersucht. Es wird interessieren, zu erfahren, dafs es sich herausstellte, dafs alle diese Mittel, soweit sie nicht, wie es meist der Fall war, überhaupt minderwertig waren, fast die gleichen Bestandteile, nur in verschiedenen Mengen, enthielten. Es geht daraus hervor, dafs die Reklame, die mit vielen dieser Mittel getrieben wird, nur die Schweifsstoffe unnötig verteuert, und dafs jedes Werk ohne weiteres in der Lage ist, sich dieselben nach Anweisung der V. A. billig selbst herzustellen.

**2. Erprobung der Schweifsgeräte und Schweifsmaschinen.**

Die V. A. ist im Laufe der Zeit mit allen Lieferfirmen für Schweifsgeräte und Schweifsmaschinen, die als ernsthafte Bewerber für Lieferungen gelten konnten, in Verbindung getreten. Die Firmen haben ihr gern ihre Erzeugnisse kostenlos zur Verfügung gestellt, damit sie eingehend erprobt werden konnten. Die Versuche liegen natürgemäfs ebenso im Interesse der Verwaltung wie der Firmen. Die Verwaltung erlangt dadurch eine genaue Kenntnis über den Wert der einzelnen Erzeugnisse, die Firmen dagegen, die bestrebt sind, das Beste auf den Markt zu bringen, gewinnen eine Stelle, auf die sie sich bei Angeboten anderen Orts berufen können.

Um einwandfreie Gutachten abgeben zu können, werden Geräte und Maschinen in monatelangem Gebrauch in der verschiedensten Art ausgewertet. Es wird geprüft, ob sie sich nur zu einzelnen Höchstleistungen oder auch zu Dauerleistungen eignen, welche Sicherheiten sie gegen Unfälle bieten, inwieweit sie leicht Beschädigungen oder schneller Abnutzung unterliegen, wie hoch ihr Verbrauch an Energie sich beläuft, inwieweit sie zur Herabminderung von Stoffverbrauch und Lohnkosten beitragen usw.

So konnten fast alle Brennertypen für Gasschmelzschweifsungen geprüft und miteinander verglichen werden. Nicht nur die Brenner für Azetylen und Sauerstoff mit ihren vielen wertvollen Neuerungen, wie Rückschlagsicherung u. a., sondern auch Brenner für Leuchtgas, Benzol usw. sind genau erprobt.

Von Anlagen zur Erzeugung des Azetylengases wurden die verschiedensten Arten für längere Zeit zur Verfügung gestellt. Hier interessierten besonders die neuesten Sicherheitsvorrichtungen, der Grad der Ausnutzung des Carbids, die Reinheit und Trockenheit des Gases, das sie zu liefern vermochten.

Von den elektrischen Schweifsumformern und Schweifstransformatoren sind wohl sämtliche, die irgendwelche Beachtung verdienen, auf dem Prüffeld der V. A. gewesen. Es wurden Vergleiche zwischen den einzelnen Typen gemacht und genaue Ermittlungen über Leistung und Verbrauch angestellt. Insbesondere war es bei dem Wettstreit, der sich in neuerer Zeit zwischen Schweifsumformer und Schweifstransformator entwickelt hatte, von Bedeutung festzustellen, inwieweit der Transformator Aussicht hat, den Schweifsumformer zu verdrängen. Da die V. A. bisher noch keinen Drehstrom zur Verfügung hatte, wurden die Versuche mit den Transformatoren im Kreis-Elektrizitätswerk in Wittenberge angestellt. An diesen Versuchen beteiligten sich wegen der grofsen Bedeutung der Frage namhafte unabhängige Sachverständige der Privatindustrie und verschiedener Forschungsinstitute. Die Ergebnisse der Prüfung hier anzuführen, würde zu weit führen und könnte auch leicht zu einer Benachteiligung einzelner Firmen führen. Die V. A. ist aber in der Lage, die Dienststellen der Reichsbahn bei Anschaffungen auf Grund dieser Untersuchungen eingehend zu beraten.

**3. Prüfung der Schweifsverfahren.**

Das wichtigste Arbeitsgebiet der V. A. ist, festzustellen, welche Sicherheit und welche Wirtschaftlichkeit die verschiedenen Schweifsverfahren für den Eisenbahnbetrieb bieten. Die Ansichten gehen über die einzelnen Verfahren noch weit auseinander. Während viele Schweifstechniker in den meisten Fällen der Gasschmelzschweifsung den Vorzug geben, sind andere wieder von der Überlegenheit der elektrischen Schweifsung überzeugt. Ebenso steht es bei der Beurteilung der elektrischen Lichtbogenschweifsung bezüglich Verwendung von Gleichstrom

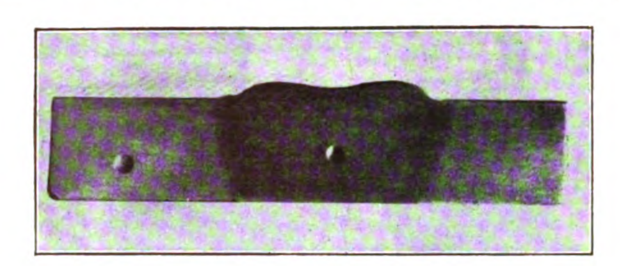


Abb. 3. Gelungene Schweifsung.

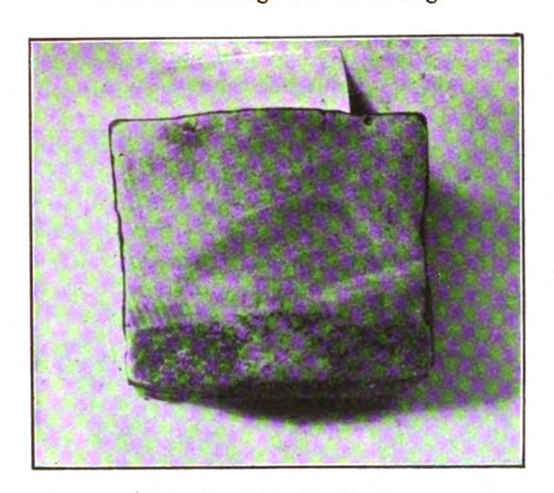


Abb. 4. Fehlschweifsung.

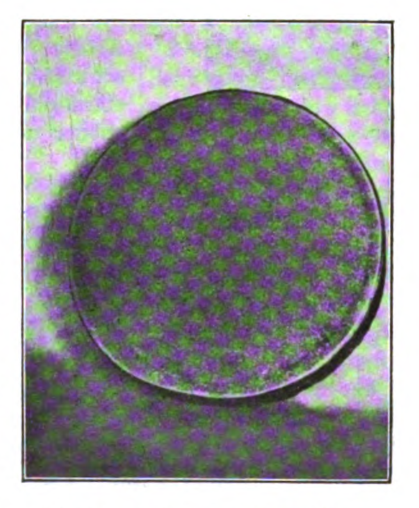


Abb. 5. Gelungene Schweifsung.

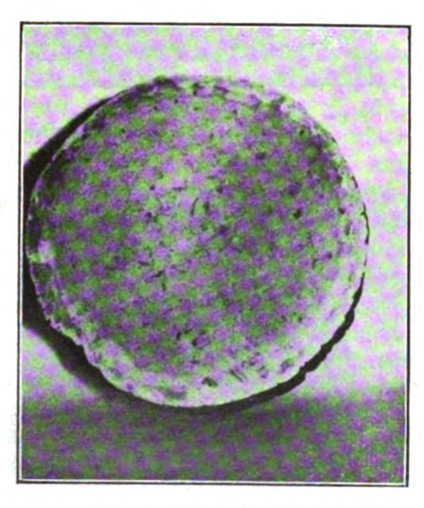


Abb. 6. Fehlschweifsung.

und Wechselstrom, oder bei der elektrischen Widerstandsschweifsung bezüglich Stumpfschweifsung und Abschmelzschweifsung. Der elektrischen Punkt- oder Nahtschweifsung

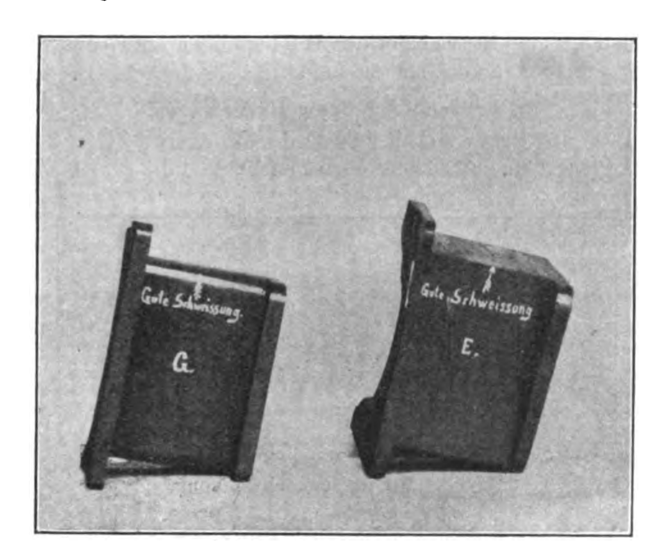



Abb. 7. Gelungene Schweifsungen.

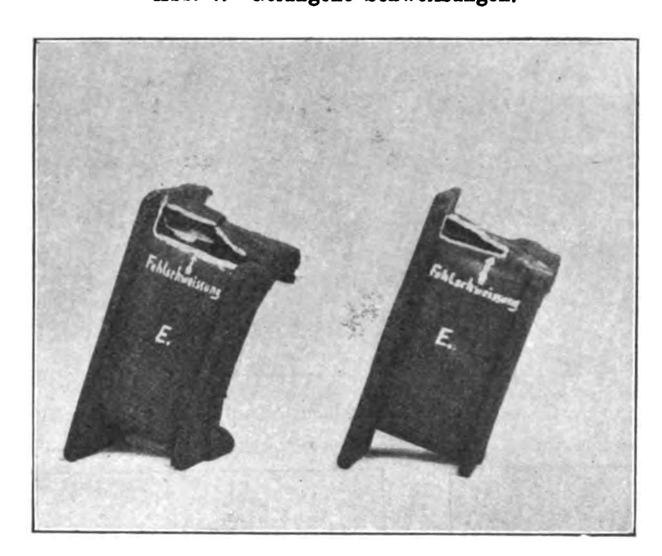



Abb. 8. Fehlschweifsungen.

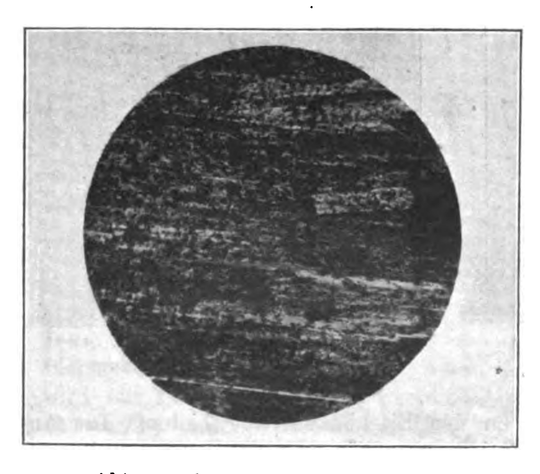


Abb. 9. Gelungene Schweifsung.



Abb. 10. Fehlschweifsung.

bei Verbindung dünner Bleche steht wiederum die Gasschmelzschweifsung gegenüber. Dazu kommt eine Anzahl neuerer Verfahren, beispielsweise bei der Gasschmelzschweifsung die Verwendung von Leuchtgas oder flüssiger Brennstoffe wie Benzol, die nach der Behauptung ihrer Vertreter alle anderen Verfahren an Wirtschaftlichkeit übertreffen sollen.

Hier galt es, durch eingehende Versuche das Beste für den Eisenbahnbetrieb und seine Anwendungsgebiete herauszusuchen.

Die Ergebnisse, die diese Versuche bisher gehabt haben, laufen darauf hinaus, dafs es für alle Schweifsverfahren wertvolle Anwendungsgebiete im Eisenbahnbetrieb gibt und dafs demgemäfs alle weiter auszubilden und zu fördern sind. Für Flufseisenschweifsungen kommt die Gasschmelzschweifsung ebenso wie die elektrische Lichtbogenschweifsung in Frage. Beide sind theoretisch gleichwertig. In der Praxis hat sich dagegen herausgestellt, dafs zur Zeit noch für elektrische Schweifsung gut ausgebildete Schweifser weniger zur Verfügung stehen als für die Gasschmelzschweifsung. Aufserdem gibt die letztere weniger zur Fehlschweifsung Anlafs, weil bei ihr durch die Gasflamme der Werkstückstoff vor dem Auftragen des Schweifsgutes geschmolzen wird und dieses somit in ein vorbereitetes Schmelzbad einfliefst, während bei der elektrischen Lichtbogenschweifsung beide Vorgänge zusammenfallen. Dadurch wird bewirkt, dafs weniger geübte Schweifser bei Gasschmelzschweifsungen leichter Schlackeneinschlüsse vermeiden, als bei elektrischer Schweifsung. Bei geübten Schweifsern werden in beiden Fällen die Schweifsen gleichmäfsig ausfallen.

Bei dünnen Blechen allerdings ist die Gasschmelzschweifsung in jedem Falle im Vorteil, da bei elektrischer Schweifsung leicht Verbrennungen der Kanten eintreten. Jedenfalls erfordert die letztere hier eine besonders grofse Geschicklichkeit, wie man sie im allgemeinen von Betriebsschweifsern nicht verlangen kann.

Auf diesem Gebiet, dem Schweifsen dünner Bekleidungsstücke, ist die Gasschmelzschweifsung im Eisenbahnbetrieb auch Siegerin über die Punkt- und die Nahtschweifsung. Diese Schweifsverfahren, so viel wirtschaftlicher sie auch hier sind, erfordern gut gereinigte glatte Blechkanten. Im Eisenbahnbetriebe kommt es aber in den bei weitem meisten Fällen darauf an, alte Bleche wieder zusammenzuschweifsen oder an solche neue Blechstücke anzuschweifsen. Da diese selten ganz gerade und frei von Unreinigkeiten sind, ergeben sich bei Punkt- oder Nahtschweifsung viele Fehlstellen, während die Gasschmelzschweifsung bei guter Ausführung einwandfreie Arbeit liefert. Gute Dienste leistet hier auch die Schmelzschweifsung mit flüssigen Brennstoffen, die dagegen bei stärkeren Abmessungen gegenüber der Schweifsung mit Azetylen wieder unwirtschaftlich wird, weil für das Vergasen des Brennstoffes ein Vorwärmen der Brenner erforderlich wird, das besonders im Winter ins Gewicht fällt.

Für Kupferschweifsungen kommt vorläufig nur die Gasschmelzschweifsung in Frage wegen der grofsen Wärmequellen, die hierbei erforderlich sind und von den gebräuchlichen elektrischen Aggregaten von 150 bis 200 Amp. nicht hergegeben werden. Der V. A. ist es zwar auch gelungen, mit elektrischen Grofsaggregaten gute Kupferschweifsungen auszuführen, jedoch haben diese Versuche einstweilen nur theoretishen Wert.

Für Auftragschweifsungen wiederum ist die elektrische Lichtbogenschweifsung zu empfehlen, weil bei ihr eine geringere Erwärmung des Werkstückes stattfindet und somit bei Auftragen gröfserer Mengen Schweifsgutes Verwerfungen des Werkstückes vermieden werden.

Ebenso ist der elektrischen Lichtbogenschweifsung bei **Gufsschweifsungen** unbedingt der Vorzug zu geben. Es wird hier das Warmschweifsverfahren angewendet, das zu durchaus gleichwertigen Schweifsungen führt. Gufseisenkaltschweifsungen sind zu vermeiden, jedenfalls nur in Notfällen auszuführen. Als solcher kommt in Frage die Unmöglichkeit, das Werkstück auszubauen und in Wärmegruben einzubringen oder die Notwendigkeit schnellen Handelns.

Bei der elektrischen Lichtbogenschweifsung gibt die V. A. dem Gleichstromlichtbogen den Vorzug gegenüber dem Wechselstromlichtbogen. Die Schweifsungen fallen bei ihm gleichmässiger aus, weil der Wechselstromlichtbogen schwer zu halten ist und flackert, wenn man nicht umhüllte Schweifsstäbe verwendet, die die Wirtschaftlichkeit infolge ihrer erhöhten Kosten gegenüber dem Gleichstromlichtbogen in Frage stellen. Die Wirtschaftlichkeit des Schweifstransformators wird auch dadurch beeinträchtigt, dafs er schweifstechnisch um so besser arbeitet, je gröfser seine Streuung, je geringer also seine Leistung ist.

Auf dem Gebiete der **Widerstandsschweifsung** konnte sich die V. A. noch nicht eingehender betätigen, weil das Werk nur Gleichstromanlagen besitzt und ein Wechselstromanschlufs an eine Überlandzentrale erst im Bau ist. Nach Fertigstellung desselben werden auch hier vergleichende Versuche aufgenommen werden. Die Versuche mit Schweifstransformatoren wurden, wie bereits erwähnt, vorläufig im Kreis-Elektrizitätswerk in Wittenberge vorgenommen.

Hiermit sind jedoch die Versuche noch nicht erschöpft. Es galt ferner zu ermitteln, wie die Schweifsstelle am zweckmäfsigsten auszubilden ist. Beispielsweise ob bei Blechschweifsungen die V- oder die X-förmige Schweifsfurche zu wählen und bis zu welchen Blechstärken dem stumpfen Stofs der Vorzug zu geben ist, fernerhin wie weit eine Wärmebehandlung der Werkstücke vor, nach und während des Schweifsvorganges zweckmäfsig und erforderlich ist. Weiter war zu untersuchen, welchen Einflufs das Hämmern der Schweifsen auf diese hat, da dieses unter bestimmten Verhältnissen mehr schaden als nützen kann, unter anderen dagegen grofse Vorteile bietet.

Auch über den Einflufs der Schweifsflamme und des Lichtbogens auf die Schweifse war Aufklärung zu schaffen. So wird oft auf diesem Sondergebiet behauptet, dafs eine Flamme mit Azetylenüberflufs anzuempfehlen sei, da sie durch Kohlung des Stoffes bei Gufseisenschweifsungen zu einer besonders weichen, leicht zu bearbeitenden Schweifse führe, während man von anderer Seite wieder nachzuweisen versuchte, dafs diese Mafsnahme gerade das Gegenteil bewirke und harte Übergänge zwischen Schweifse und Werkstück bewirke. Eine grofse Anzahl von Versuchsschweifsungen der V. A. sowohl mit Azetylen- wie mit Sauerstoffüberflufs ergaben jedoch durchaus weiche bearbeitbare Schweifsen, bei Sauerstoffüberflufs allerdings mit sehr viel Oxydeinschlüssen. Sauerstoffüberschufs wäre daher zu vermeiden; Azetylenüberschufs ist zwar nicht zur Erzielung guter Schweifsen erforderlich, kann aber die Verwendung von besonderen Schweifspasten und dergleichen unnötig machen. Treten hierbei harte Übergänge ein, so ist das nach den Erfahrungen der V. A. nicht auf den Azetylenüberschufs, sondern auf sonstige falsche Behandlung seitens des Schweifsers zurückzuführen.

### 4. Auskunfterteilung.

Wenn die in den vorigen Absätzen besprochenen Prüfungen und Versuche einen praktischen Wert haben sollen, so müssen ihre Ergebnisse den Stellen, die sich bei der Reichsbahn mit Schweifsarbeiten beschäftigen, auch bekannt gegeben werden, damit diese die Vorteile aus ihnen ziehen können.

Ein Weg hierzu ist die Herausgabe von Abhandlungen über die Arbeiten der V. A. Mit solchen Veröffentlichungen ist bereits begonnen worden (Sonderdruck der Abhandlung im »Eisenbahnwerk«, 4. Jahrgang, Heft 1 bis 4). Sie werden laufend fortgesetzt werden. Ein weiterer Weg ist die Anlernung der Schweifser und Schweifsingenieure der Eisenbahn-Ausbesserungswerke und Eisenbahn-Betriebswerke, die hierbei alle Erfahrungen der V. A. kennen lernen. Hierüber wird der folgende Absatz noch näheres bringen. Der dritte Weg ist die unmittelbare Auskunfterteilung auf besondere Fragen. Von ihr wird bereits in weitgehendem Mafse Gebrauch gemacht. Es wurden bereits im Monat April 56 Auskünfte und 24 gröfsere Gutachten erteilt. Diese ergehen in verschiedener Richtung. So haben sich bereits viele Werke um Auskunft an die V. A. bei der Beschaffung von Geräten und Schweifsmaschinen gewandt. Wie bereits ausgeführt, sind so gut wie sämtliche in Frage kommenden Maschinen und Geräte auf dem Versuchsfeld der V. A. in längerer Zeit erprobt, so dafs einwandfreier Rat erteilt werden kann. Zu Veröffentlichungen eignen sich derartige Werturteile aus den bereits angeführten Gründen nicht. Weiter wird oft um Rat gebeten, ob ein beschädigter Gegenstand noch schweifsbar ist, wie die Schweifsung zweckmäfsig ausgeführt wird und welche Schweifsverfahren am besten Anwendung finden.

Sehr wertvoll ist es, wenn Probeschweifsungen oder mifslungene Schweifsungen zur Untersuchung eingesandt werden. Es wird den meisten Werken in vielen Fällen nicht möglich sein, die Schweifsungen selbst zu beurteilen, da ihnen die geeigneten Vorrichtungen fehlen, die Untersuchung vorzunehmen. Um ein einwandfreies Bild zu bekommen, mufs man fast immer aufser Zerreifs-, Biege- oder Kugeldruckproben auch geätzte Schliffe herstellen und diese mikroskopisch untersuchen. Nur auf diese Weise können die Werke erfahren, ob ihre Schweifser einwandfreie Arbeit leisten und worauf etwaige Mifserfolge zurückzuführen sind. Es ist daher sehr zu wünschen, dafs sie sich der Einrichtungen der V. A. recht häufig zu diesem Zwecke bedienen.

### 5. Ausbildung der Schweifser.

Wie in der Einleitung ausgeführt wurde, fehlt es heute nicht nur bei der Reichsbahn, sondern anerkanntermafsen bei der gesamten Industrie noch sehr an wirklich brauchbaren, zuverlässigen Schweifsern, da die Schweifstechnik noch zu neu ist und eine zu rasche Entwicklung genommen hat. Es nutzen aber einer Schweifsereistelle die besten Geräte, Maschinen, Schweifsstoffe oder Vorschläge nichts, wenn sie nicht über solche Schweifser verfügen. Viele Stellen sind zwar der Ansicht, dafs sie sich auf ihre Schweifser, die schon Jahr und Tag zu ihrer Zufriedenheit schweifsen, verlassen können. Aber oft unterliegen sie einer Täuschung. Es werden äufserlich gut aussehende Schweifsen geliefert, geht man der Sache aber auf den Grund, so sind sie alles andere als einwandfrei. Eine grofse Anzahl von Fehlschweifsungen, die die V. A. während ihres kurzen Bestehens bereits sammeln konnte, belegen diese Behauptung. Die Abb. 11 und 12 zeigen einige derselben, so gut eine Lichtbildaufnahme dies kenntlich machen kann. Sie sind meist Stücken entnommen, die zu Unfällen Anlafs gegeben haben, oder der V. A. zur nochmaligen Schweifsung zugegangen sind. Die Sammlung der Fehlschweifsungen bildet ein wertvolles Lehrmittel für die zu den Schweifskursen der V. A. gesandten Bediensteten.

Solche Schweifskurse sind seit Dezember 1924 eingerichtet und laufen alle Monate etwa drei Wochen lang. Die Anmeldungen sind sehr zahlreich und es ist dies ein besonders erfreuliches Zeichen, dafs sie Anklang gefunden haben und ihre Notwendigkeit erkannt ist. Gerade die Werke, die bereits Bedienstete ausbilden liefsen, senden immer wieder von neuem solche zu den Lehrkursen. Es werden auf diese Weise monatlich etwa 15 bis 20 Bedienstete ausgebildet, von denen bisher die Hälfte aus Schweifsern, die andere Hälfte aus Werkmeistern und Ingenieuren bestand. Dafs sich auch Beamte an den

Kursen beteiligen, ist besonders wertvoll. Diese werden dann in der Lage sein, mit ganz anderer Erfahrung als früher die Arbeiten ihrer Schweifser zu beurteilen, ihnen Ratschläge zu erteilen und Anfänger zu brauchbaren Schweifsern zu erziehen.

Die Kurse konnten, so wichtig sie der V. A. von Anfang an erschienen, erst nach einem Bestehen derselben von $1^1/_2$ Jahren aufgenommen werden, weil zunächst Erfahrungen gesammelt, Lehrschweifser erzogen und genügend Schweifseinrichtungen bereitgestellt werden mufsten. Denn die Kurse bestehen nicht, wie vielfach geglaubt wird, aus rein theoretischen Erörterungen, sondern in praktischer Erziehungstätigkeit. Die Teilnehmer der Kurse, Beamte wie Arbeiter, führen in ihnen fortlaufend Probeschweifsungen aus. Alsdann werden diese mit ihnen zusammen untersucht und an Biegeproben, geätzten Schliffen gezeigt, welche Fehler beim Schweifsen gemacht wurden (und solche sind anfangs fast immer vorhanden), worauf die Ursachen der Fehler entwickelt und Ratschläge zu ihrer Vermeidung gegeben werden. Es gliedert sich dadurch ein wissenschaftlicher Unterricht in die praktische Arbeit ein. Weiter werden den Teilnehmern der Kurse Musterschweifsungen und Fehlschweifsungen in Natur und im Bild vorgeführt und gegenübergestellt. Ein reiches Material steht hierfür zur Verfügung. Es ist besonders lehrreich und auf seine Sammlung wurde grofser Wert gelegt. Mikroskopische Beobachtungen von Schliffen folgen, um die Zusammensetzung der Metalle vor Augen zu führen. Es wird gezeigt, wie sich dieses bei Verbrennung, Oxydation oder Überkohlung ändert, wie Schlackeneinschlüsse wirken usw. Zu diesem Zwecke läfst die V. A. von den Kursusteilnehmern von Zeit zu Zeit selbst absichtlich falsche Schweifsungen ausführen, sei es mit unrichtiger Vorbereitung der Schweifsstelle, sei es mit schlechten Schweifsstoffen oder mit falsch eingestellter Flamme, zu lang gezogenem Lichtbogen oder anderen Fehlern der Behandlung. Die Teilnehmer sehen auf diese Weise selbst, welche Folgen solche Mafsnahmen haben und lernen sie vermeiden.

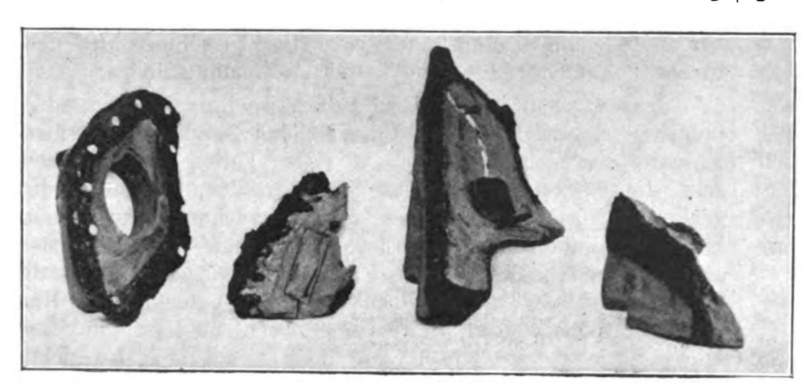


Abb. 11. Fehlschweifsungen.

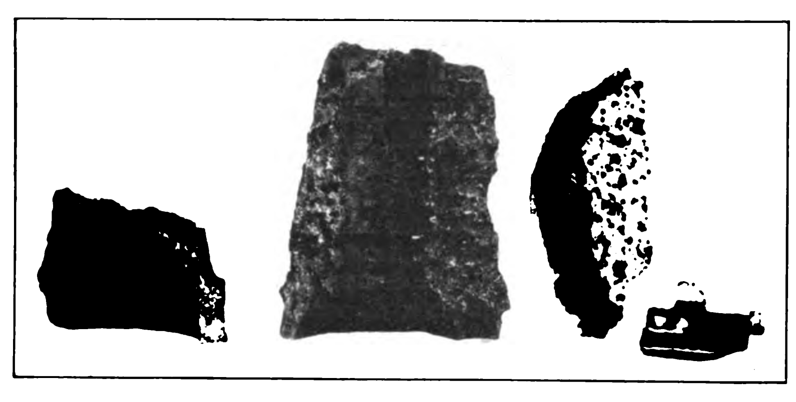


Abb. 12. Fehlschweifsungen.

Der Unterricht hat bisher immer einen vollen Erfolg gehabt, wie von allen Kursusteilnehmern anerkannt worden ist. Natürlich ist ein solcher nicht in wenigen Tagen, wie vielfach angenommen wird, zu erreichen. Die Ausbildungszeit von drei Wochen ist eher zu kurz als zu lang bemessen, die Werke sollten deshalb nicht auf Abkürzung der Kurse drängen.

Bei der grofsen und ständig wechselnden Zahl von Schweifsern in den Werken der Reichsbahn wird es natürlich auch in Jahr und Tag nicht möglich sein, allen diese Lehrkurse zugänglich zu machen. Um so mehr wird es darauf ankommen, die Vorgesetzten der Schweifser so auszubilden, dafs sie die weitere Heranbildung ihrer Untergebenen selbst in die Hand nehmen können.

### B. Die Einrichtungen der schweifstechnischen Versuchsabteilung.

Um die V. A. in die Lage zu versetzen, ihren Aufgaben gerecht zu werden, mufsten natürlich eine ganze Reihe von Einrichtungen neu geschaffen werden, wenn ihr auch die bereits zahlreich vorhandenen Schweifsanlagen des E. A. W. Wittenberge zur Verfügung gestellt werden konnten. Bei der Knappheit der Mittel war es aufserordentlich schwer, dies in kurzer Zeit zu bewerkstelligen. Die Hilfe der Firmen, die ihre Erzeugnisse kostenlos zwecks Erprobung zur Verfügung stellten, mufste bisher in weitgehendstem Mafse in Anspruch genommen werden. Es traf sich glücklich, dafs wenigstens die Räume und Gebäude zur Verfügung standen. An dem einen Ende des Werkes, abgelegen von den sonstigen Werkstattanlagen, befindet sich ein vierstöckiges, turmartiges Gebäude, das früher eine Fabrik zur Herstellung von Löschebriketts aufgenommen hatte, die aber vor Jahren wegen ihrer Unwirtschaftlichkeit stillgelegt worden war. In dies Gebäude wurde infolge eines Brandes das durch Veröffentlichungen (Glasers Annalen, Dezember 1917, Essener Anzeiger für Berg- und Hüttenwesen, Dezember 1922) bekannte Gufseisen-Warmschweifswerk des Werkes verlegt. Die beiden oberen Stockwerke, die hierfür nicht nötig waren, wurden zu einem Arbeitsraum und zu einem Unterrichtsraum für die Schweifskurse mit geringen Mitteln ausgebaut. Sie erhielten alle erforderlichen Anschlüsse für elektrische Schweifsungen von dem Warmschweifswerk aus. Für Gasschmelzschweifsungen werden Apparate neuester Bauart benützt, die von Firmen zur Erprobung bereitgestellt sind, so dafs hier zwei Zwecke gleichzeitig erreicht werden.

Neben der alten Brikettfabrik befindet sich ein weiteres grofses Gebäude, das früher zur Unterhaltung der vom E. Z. A. den Firmen für Transporte vorgehaltenen Wagendecken diente und jetzt nach Einstellung dieser Mafsnahme verfügbar war. In diesem erhielt die V. A. einen Materialprüfraum für mechanische Versuche, in dem sich auch das Prüffeld für die elektrischen Schweifsumformer befindet. Abb. 13 zeigt eine Ansicht desselben. Neben diesem befindet sich ein weiterer Prüfraum für metallographische Versuche, den Abb. 14 zeigt und über diesem ein photographischer Raum mit Dunkelkammer. Im Bau befindet sich eine Hochspannungschaltanlage für Wechselstrom und ein weiterer Versuchsraum für die Versuche an Wechselstromschweifstransformatoren und Widerstandsschweifsmaschinen.

Der Materialprüfraum enthält eine Zerreifsmaschine, eine Kugeldruckpresse nach Brinell, eine gewöhnliche Presse, auf der mangels einer Biegemaschine die Biegeproben durchgeführt werden, verschiedene Schweifsmaschinen, eine Poliermaschine zur Vorbereitung der Schliffe, eine Drehbank und zwei Fräsmaschinen zur Vorbereitung der Zerreiss- und Biegeproben. Um den Verbrauch der Gase messen zu können, ist ein Prüfinstrument für Sauerstoffmessungen und ein solches für Azetylenmessungen vorhanden.

Der metallographische Prüfraum ist mit einem Werkstattmikroskop mit mikrophotographischer Einrichtung, einer hydrostatischen Wage, einem Sauerstoffprüfapparat zur Feststellung des Reinheitsgrades des Gases, einem Destillierapparat und den für die Herstellung der Schliffe erforderlichen Gefäfsen, Pipetten, Ätzflüssigkeiten und sonstigen Chemikalien ausgestattet.

Die V. A. ist also im allgemeinen mit allem ausgerüstet, was zur Untersuchung der Probe- und Betriebsschweifsungen auf mechanischem und metallographischem Wege erforderlich ist. Chemische Untersuchungen läfst sie im allgemeinen bei der Chemischen Versuchsabteilung des E. A. W. Brandenburg-West ausführen.

Um die Untersuchungen in schweifstechnischer Hinsicht, d. h. die Schweifsungen selbst, durchzuführen, stehen der V. A.

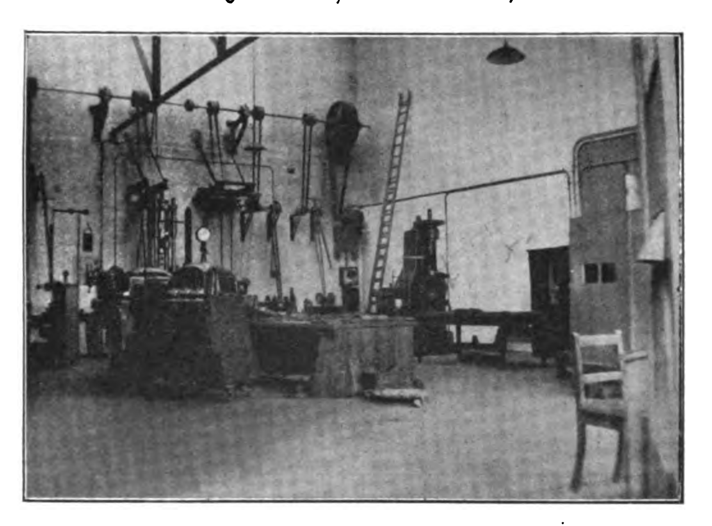


Abb. 13. Prüfraum für mechanische Versuche.

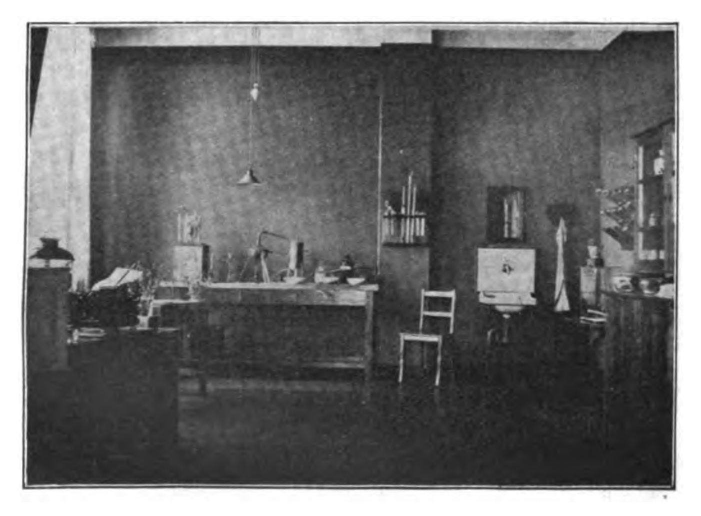


Abb. 14. Prüfraum für metallographische Versuche.

zunächst eigene Anlagen nicht zur Verfügung. Sie ist hierfür auf die Anlagen des Werks sowie auf die von den Firmen zur Erprobung bereitgestellten Maschinen und Geräte angewiesen. Solche werden aber in sehr reichlichem Mafse zur Verfügung gestellt, so dafs alle Versuchsschweifsungen mit ihnen ausgeführt werden konnten. Die Anlagen des Werks wurden deshalb bisher fast nur zu Betriebsschweifsungen herangezogen, die im Betriebe beobachtet werden sollen. Da dieser hierzu von sich aus reichlich Gelegenheit bietet, werden, um diese auszunutzen, alle wichtigeren laufenden Arbeiten im Werk der V. A. mitgeteilt und, soweit diese Interesse daran hat, unter ihrer Mitwirkung ausgeführt. Ein Beispiel solcher Betriebsschweifsung waren zwei alte, stark beschädigte Güterwagen, die an den am meisten beanspruchten Teilen, wie Längsträgern, Querverbindungen, Puffergehäusen, Pufferbohlen, Achshalterstegen u. a. geschweifst wurden und zwar der eine mit Gasschmelzschweifsung, der andere mit elektrischem Lichtbogen. Beide wurden alsdann voll beladen mit 40 km Geschwindigkeit auf einen festgerammten Tender gestofsen, ohne dafs die Schweifsen beschädigt wurden. Die Wagen haben hierauf verschiedene Stofsversuche auf den Ablaufbergen der Versuchsabteilung für Wagen in Potsdam, der eine sogar einen schweren Eisenbahnunfall im Betriebe mit Erfolg bestanden.

Von den seitens der Firmen zur Verfügung gestellten Anlagen sei aufser den verschiedenen Gleichstromumformern, Wechselstromschweifstransformatoren, Benzolschweifsapparaten, Schweifsbrennern besonders ein Hochdruck-Azetylenentwickler neuester Bauart erwähnt, der sich vorzüglich bewährt.

Das Werk selbst besitzt eine Reihe von Gleichstromumformern verschiedener elektrischer Grofsfirmen und von Azetylenentwicklern und Brennern aller Art. Besonderes Interesse dürfte das Gufseisenschweifswerk finden, das nach neuesten Gesichtspunkten eingerichtet ist und im Januar 1924 in Betrieb genommen wurde. Es sei deshalb hier kurz beschrieben.

Es wurde bereits erwähnt, dafs das Schweifswerk in das Gebäude einer alten Brikettfabrik eingebaut wurde. In den Obergeschossen enthält es die erwähnten Lehrräume. Durch Ausbau einer Decke und durch Aufführung zweier Vorbauten wurden zwei Längshallen gewonnen, von denen die eine zur Vorbereitung der Schweifsungen und Prüfung derselben, die andere zu ihrer Ausführung dienen. Es ist auf einen gemeinsamen Raum verzichtet, damit die Arbeiter, die nicht unmittelbar mit dem Schweifsen zu tun haben, nicht den Lichtbogenstrahlen und ihren schädlichen Wirkungen ausgesetzt sind. Neben dem Schweifsraum zieht sich ein weiterer Anbau entlang, in dem das Meisterbüro, ein Handlager für Lichtkohlenplatten, Schweifsstoffe und Schweifsgeräte, je ein weiterer Raum für Formsand und Holzkohle eingerichtet sind. Die beiden letzteren können von aufsen und vom Gleis aus beschickt werden und sind vom Schweifsraum aus leicht zu erreichen. Ferner ist das Schweifsaggregat; ein grofser Umformer mit Gegenstromwicklung von 600 bis 700 Amp. Stromstärke bei 65 Volt Spannung auf der Niederspannungsseite nebst der Schaltanlage in einem mittleren Raum untergebracht. Am Ende des Anbaus befindet sich eine Waschanlage für die Schweifser.

Die Vorgänge beim Warmschweifsen müssen an dieser Stelle als bekannt vorausgesetzt werden (vergl. auch die Abhandlungen des Verfassers in Glasers Annalen vom Dezember 1917 und im Essener Anzeiger für Berg- und Hüttenwesen vom Dezember 1922); sie seien nur kurz gestreift. Die Vorbereitung der Schweifsung geht in der in Abb. 15 dargestellten Arbeitshalle vor sich. Die beschädigten Gufsstücke werden an der gerissenen oder beschädigten Stelle soweit abgebohrt, dafs der Schweifsstab in die Fehlstelle gut eingeführt werden kann und dafs nur gut erhaltene Stellen stehen bleiben. Die Bohrarbeit wurde früher mit elektrischen Handbohrmaschinen ausgeführt, jetzt wird hierzu eine grofse Kranbohrmaschine, wie man sie in Kesselschmieden verwendet, benutzt, wodurch die Arbeit wesentlich schneller vonstatten geht. Man sieht diese in Abb. 15. Hinter ihr ist ein Schleifstein aufgestellt, auf dem die Lichtkohlenplatten bearbeitet und so geformt werden, wie es für die zu bildende Schweifsform erforderlich ist. Abb. 16 zeigt einen stark beschädigten Lokomotivzylinder und die Art der Einformung. Aus Abb. 17, die denselben Zylinder fertig geschweifst darstellt, erkennt man, dafs auch die schwersten Beschädigungen sich auf diese Weise wieder beheben lassen. Das Einformen findet im hinteren Teile der Arbeitshalle statt, wo sich einige Feilbänke befinden. Handgerecht aufgestellte Regale und Bansen zur Aufnahme der Formkohlen und des Formsandes erleichtern die Arbeit.

Im vorderen Teile der Halle ist ein grofses Bohrwerk aufgestellt, auf dem die geschweifsten Zylinder, Überhitzerkammern und dergl. fertig bearbeitet werden. Leider reicht diese Maschine nicht für alle Arbeiten aus, es können deshalb nur die Teile bearbeitet werden, die dampfdicht sein müssen und einer Wasserprobe unterworfen werden sollen, bevor sie an die Besteller zurückgehen; alle sonstige Bearbeitung mufs diesen

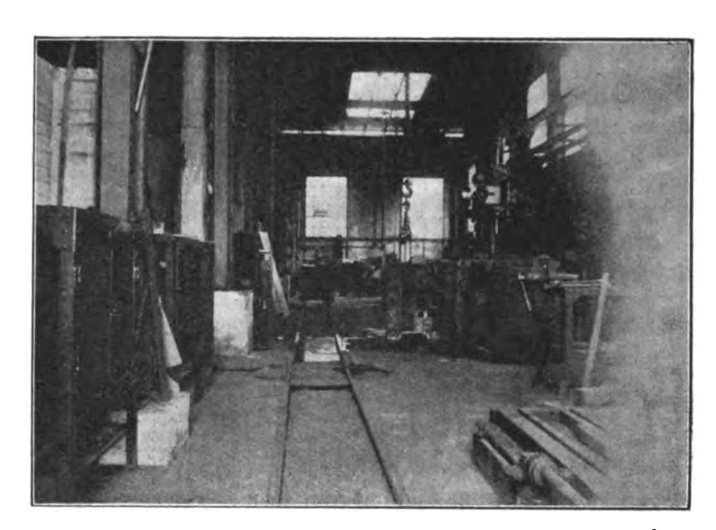


Abb. 15. Arbeitshalle.

überlassen werden. Besteller sind ein grofser Teil der westlichen Werke der Reichsbahn, die Arbeit für diese überwiegt bei weitem die Arbeit, die vom Werk selbst kommt. Ferner befindet sich im vorderen Teile der Stand zum Abpressen de. geschweifsten Gegenstände mit Wasserdruck, auf dem nachgeprüft wird, ob die Schweifsen dicht und ob keine Risse übersehen sind.

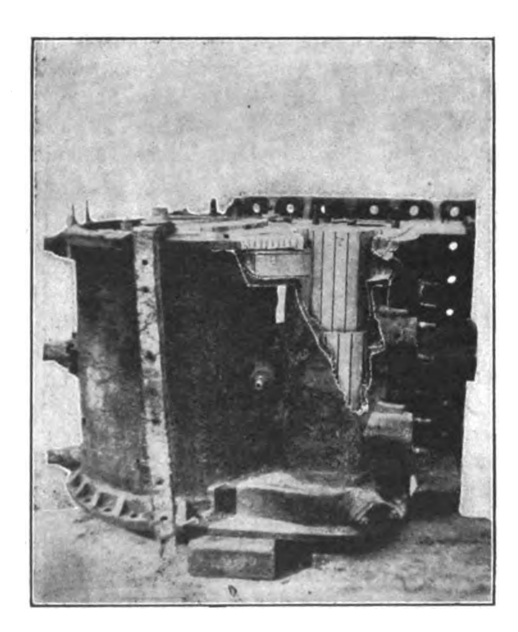


Abb. 16. Beschädigter Lokomotivzylinder, eingeformt.

Wie gleichmäfsig im allgemeinen die Schweifsen ausfallen, zeigt der in der Abb. 3 wiedergegebene Schliff. Man erkennt, dafs die Schweissstelle einen ganz gleichmäfsigen Übergang von Schweifse zu Werkstück besitzt und dafs beide gleiche Härte haben, wie die Kugeldruckprobe ergibt. Sind die Zylinder fertig eingeformt, so werden sie in die Nebenhalle (Abb. 18) überführt und zum Schweifsen dort auf Rotglut vorgewärmt. Dies geschieht in gemauerten Gruben, von denen zehn von verschiedenen Gröfsen vorhanden sind. Da das Anwärmen etwa einen Tag beansprucht, weil es, um Rifsbildungen zu vermeiden, möglichst langsam vor sich gehen mufs, alsdann aber der Zylinder fünf Tage zum Abkühlen in der Grube bleibt und somit ein Schweifsvorgang gerade eine Woche dauert, so können in der Schweifsanlage etwa 30 bis 35 Zylinder monatlich

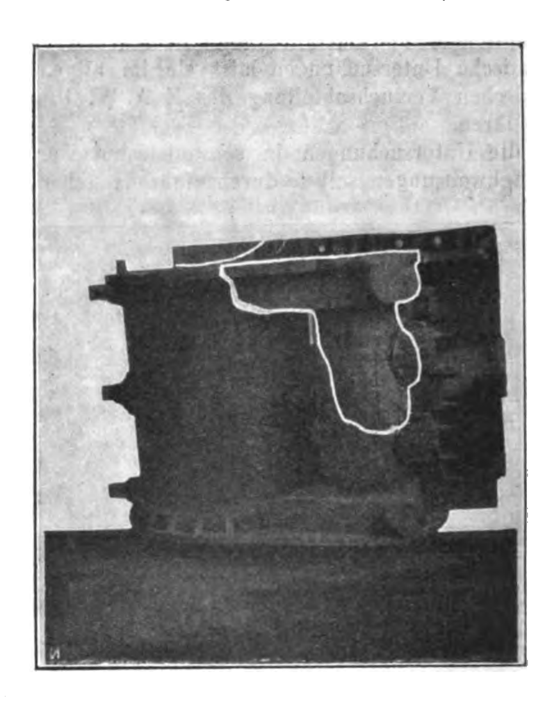


Abb. 17. Lokomotivzylinder, geschweifst.

wiederhergestellt werden. Man mufs dabei berücksichtigen, dafs ein Teil derselben, wenn er an verschiedenen Seiten beschädigt ist, zwei-, mitunter sogar dreimal in die Grube eingesetzt werden mufs.

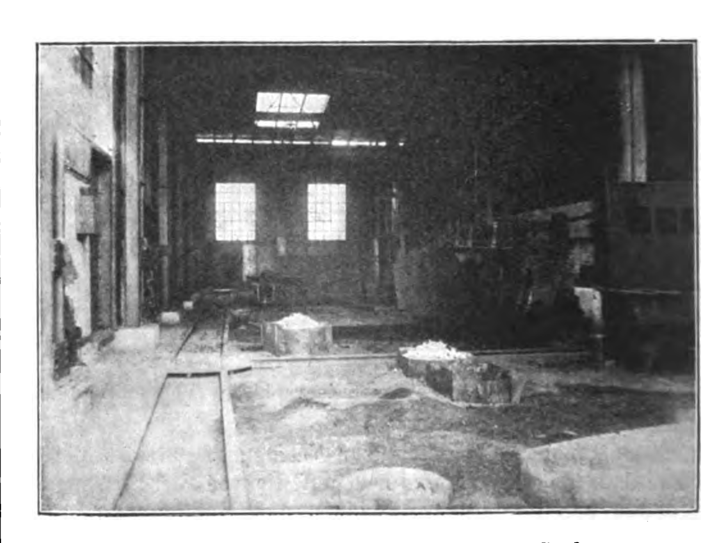


Abb. 18. Vorwärmung der Zylinder in Gruben.

Längs der Schweifshalle sind eine Anzahl Kabelanschlüsse angebracht, so dafs jede Stelle mit dem Schweifskabel bequem erreicht werden kann.

Im vorderen Teil der Halle ist Sandboden vorgesehen, in dem die kleineren Gufsstücke unmittelbar eingeformt, dann angewärmt und geschweifst werden. Auch ganz grofse Stücke, wie die in Abb. 19 bis 22 wiedergegebene Schere und der

Königsstuhl, werden hier behandelt, da die Gruben für solche seltener vorkommenden Fälle nicht berechnet und zu klein sind. Nach Einformen werden sie im Fufsboden eingegraben, mit Feuerung umgeben, angewärmt und geschweifst. Als Feuerungsmaterial dient in allen Fällen Holzkohle, die ein

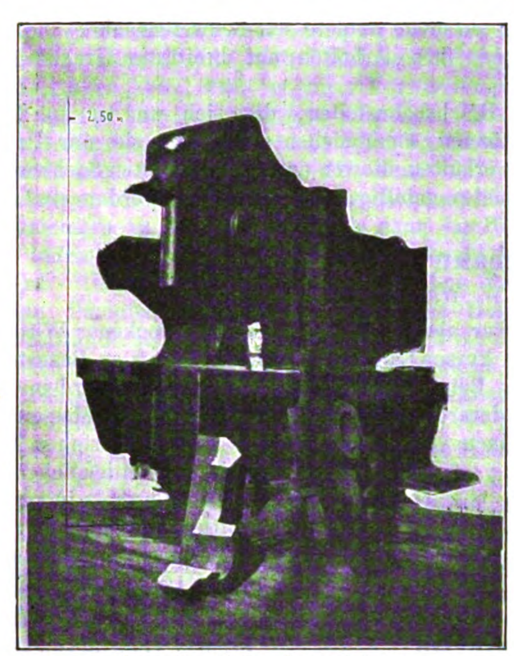



Abb. 19. Gebrochene Scheere.

allmähliches Anwärmen begünstigt und geringere chemische Einwirkungen auf das Gufsstück ausübt, als Holz und Kohle.

Da dem Gufseisenschweifswerk von allen Seiten die verschiedensten Gufsstücke mit den mannigfaltigsten und schwersten Beschädigungen zum Schweifsen zugehen, so dafs fast täglich

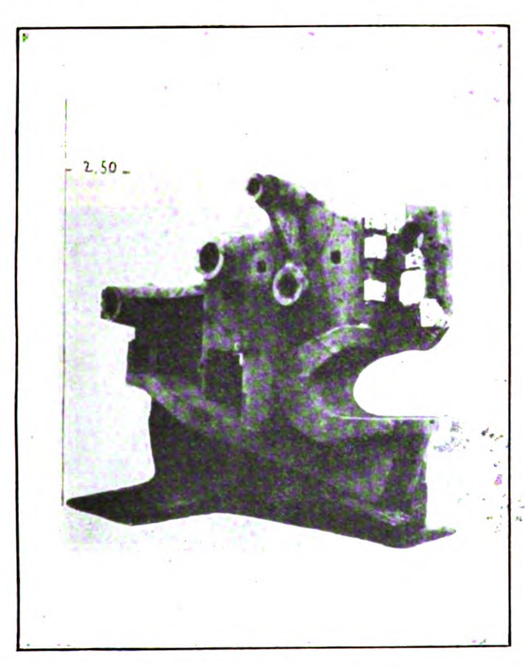



Abb. 20. Scheere geschweifst.

die Arbeit wechselt, bietet es vorzügliche Gelegenheit zur Ausbildung von Schweifsern für Warmschweifsung. Aber auch für die übrigen Schweifser ist die Anlage und ihre Arbeit lehrreich, da sie hier beurteilen lernen, welche Arbeiten sie nicht durch Kaltschweifsungen auszuführen haben.

Man wird aus den vorstehenden Ausführungen ersehen haben, dafs die schweifstechnische Versuchsabteilung immerhin bereits über eine grofse Anzahl von Einrichtungen verfügt, um ihren Aufgaben gerecht werden zu können. Die Kosten, die diese Einrichtungen verursacht haben, sind dabei ver-

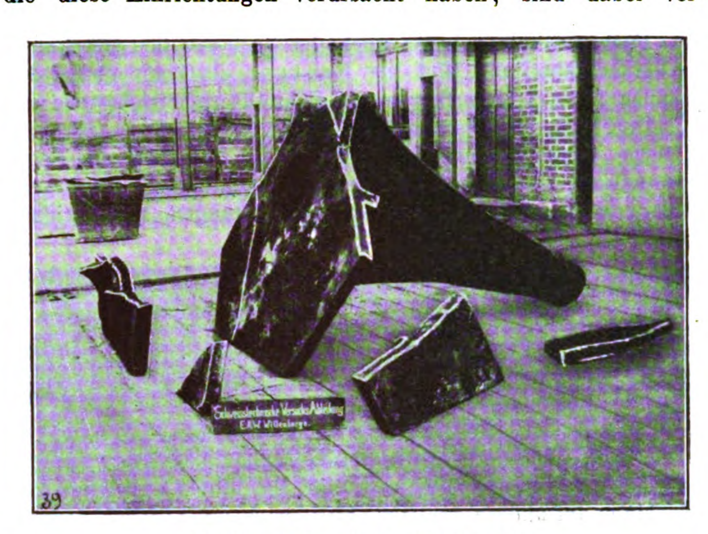


Abb. 21. Gebrochener Königsstuhl.

schwindend gering gewesen. Es ist überhaupt hervorzuheben, dafs sie gegenüber anderen Versuchsabteilungen insofern wohl fast einzig dasteht, als sie fast keine Mittel beansprucht. Die meisten Versuche werden bei Betriebsschweifsungen, bei Prüfung der Schweifsstoffe oder gelegentlich der Ausbildung der Schweifser gemacht, also bei Arbeiten, die sowieso ausgeführt werden müssen, so dafs das Personal der Abteilung in der Hauptsache rein produktiv tätig ist.

Zum Schlufs sei noch eine Mafsnahme der deutschen Schweifsindustrie erwähnt, die geeignet ist, die Arbeiten der V. A. aufserordentlich zu fördern und sie auf die breiteste Basis zu stellen. Dieselben Ursachen, die zur Einrichtung der V. A. geführt haben, gaben den an der Schweifstechnik interessierten Kreisen der deutschen Industrie Veranlassung, beim Verein Deutscher Ingenieure in Berlin die Bildung eines

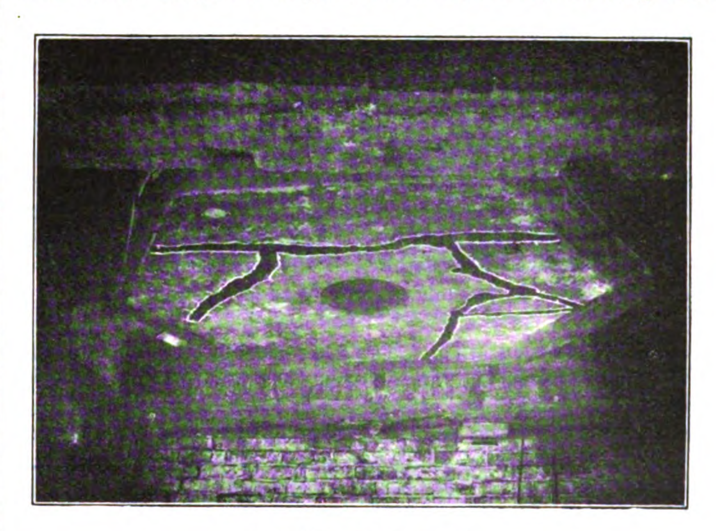


Abb. 22. Königsstuhl.

Fachausschusses für Schweifstechnik anzuregen und Mittel für Forschungsarbeiten zur Verfügung zu stellen. Im Februar d. J. wurde daraufhin dieser Fachausschufs gegründet, dem die bedeutendsten Sachverständigen und Forschungsinstitute auf dem Gebiete der Schweifstechnik sowie namhafte Fachfirmen mit

ihren Vertretern beitraten, um sich den Forschungsaufgaben zu widmen. Als Forschungsinstitute seien hier genannt: Die Forschungsgemeinschaft für Schweifstechnik bei den Staatslehranstalten in Hamburg, die chemisch-technische Reichsanstalt in Berlin, das Materialprüfungsamt in Dahlem, das Laboratorium des Prof. Dr. Schimpke an der Gewerbeakademie in Chemnitz. Dem Fachausschufs gehören auch der Verfasser und der Leiter der Versuchsabteilung, Dipl.-Ing. Kantner, als Gruppenleiter der Gruppen für Arbeitsverfahren und Schweifsereibetriebsstoffe an.

Durch diesen Zusammenschlufs ist es der V. A. möglich, zu ihren Versuchen und Forschungen die Mitarbeit der Sachverständigen der Industrie unter Benutzung der diesen zur Verfügung stehenden wertvollen Einrichtungen zu gewinnen und Ansichten auszutauschen. Sie erhält ferner alle einschlägige deutsche und ausländische Literatur über Schweifstechnik, gesammelt und gesichtet vom Verein Deutscher Ingenieure, zugestellt und ist daher nicht nur auf die Zeitschriften angewiesen, die ihr die Verwaltung zur Verfügung stellen kann. Sie erfährt ferner durch zwanglose Mitteilungen auf schnellstem Wege alles Neue auf dem Gebiete der Schweifstechnik und ist somit in der Lage, ihre Arbeiten auf breitester Grundlage durchzuführen.

Alle Reichsbahnstellen, die sich an sie um Auskunft wenden, können somit sicher sein, dafs sie nur Urteile und Ratschläge erhalten, die von den erfolgreichsten Sachverständigen dieses Gebietes gebilligt und anerkannt worden sind.

## Der Holzvorratsbau in Eisenbahnwerken.

Von **K. Putze**, Abteilungsleiter im E. A. W. Wittenberge.

Wie bei Instandsetzung der Lokomotiven soll auch bei der Wiederherstellung von Wagen das Bestreben dahin gehen, durch weitgehende Verwendung von Austausch- bzw. Vorratsteilen die Ausbesserungsdauer der Fahrzeuge nach Möglichkeit abzukürzen, da es durch den Austauschbau möglich wird, zur Reihenarbeit zu kommen und die für die Umstellung der Maschinen auf andere Arbeiten erforderlichen sachlichen Verlustzeiten auf ein Mindestmafs herabzudrücken. Ein weiterer Vorteil ist, dafs die Reihenarbeit dazu führt, für die Massenanfertigung besondere Aufspannvorrichtungen, Schablonen und Fördermittel zu verwenden, so dafs auch hierdurch die sachlichen Verlustzeiten weiter herabgemindert werden, also Ersparnisse eintreten.

Diese Ersparnisse müssen zur Gewährleistung der Wirtschaftlichkeit z. T. ziemlich hoch sein, da ja der Austauschbau ein Mehr an Förderungen sowie die Unterhaltung eines gröfseren Lagers an Fertigerzeugnissen bedingt, welche einen beträchtlichen Wert an Stoffen und Löhnen nebst erforderlichem Lagerraum darstellen.

Während es bei den Lokomotiven trotz der verschiedenen Gattungen verhältnismäfsig leichter ist, zur Normung und damit zum Austauschbau zu gelangen, bereitet dies bei den Wagen — insbesondere der vielen Sonderbauarten der verschiedenen Ländereisenbahnenwagen — grofse Schwierigkeiten. Bei der Einfachheit der Teile erfordert ihre Wiederherstellung oder Neuanfertigung im allgemeinen nur wenig Zeit, so dafs die Wiederherstellung am Wagen oft wirtschaftlicher sein wird wie der Austausch.

Ein Stoff bildet hierbei eine Ausnahme, da das Bohren von Löchern und Ausschnitten sowie das Anpassen infolge der leichten Bearbeitbarkeit schnell an Ort und Stelle möglich ist und somit auch neue Teile leicht angepafst werden können, — das Holz. Und so finden wir, dafs der Holzvorratsbau vor allem bei der Reichsbahn für die Wiederherstellung der Fahrzeuge und insbesondere der Wagen schnell Anhänger gefunden hat.

Anlieferung und Abnahme des Holzes. Die Anlieferung des Holzes soll nach den z. Z. geltenden Bedingungen in solchen Abmessungen erfolgen, dafs nach seiner Trocknung und Bearbeitung sich noch die geforderten gängigen Brettbreiten und -Stärken bei möglichst geringem Verschnitt ergeben. Es ist hierauf bei der Abnahme und Bezahlung besonders zu achten, da die Lieferer ein Interesse daran haben, dafs die geforderten Mindestmafse gerade noch eingehalten werden, so dafs oft schon nach geringem Schwinden des Holzes Mindermafse entstehen.

Als Nachteil für die Reichsbahn-Gesellschaft mufs es angesehen werden, dafs in den Liefervertägen über Kiefernholz seitens der Reichsbahn im allgemeinen bis zu 50 % Rottanne (Fichte) zugelassen werden. Erfahrungsgemäfs schwindet Rottanne stärker als Kiefer und gibt bei trockener Witterung oft schon nach kurzer Laufzeit der Wagen Anlafs zu Beanstandungen seitens des Betriebes (undichte Wände). Aufserdem sind die Aststellen derart hart, dafs Beschädigungen der Messer, ja sogar der Maschinen vorkommen, welche zu dem geringen Mehrpreis bei ausschliefslichem Bezug von Kiefernholz in keinem Verhältnis stehen. Der höchstzulässige Prozentsatz an Fichte sollte 10 % nicht übersteigen.

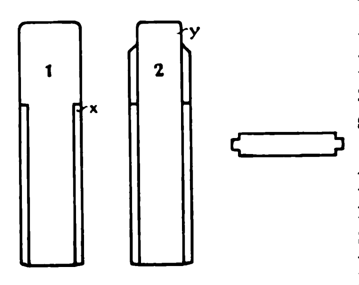
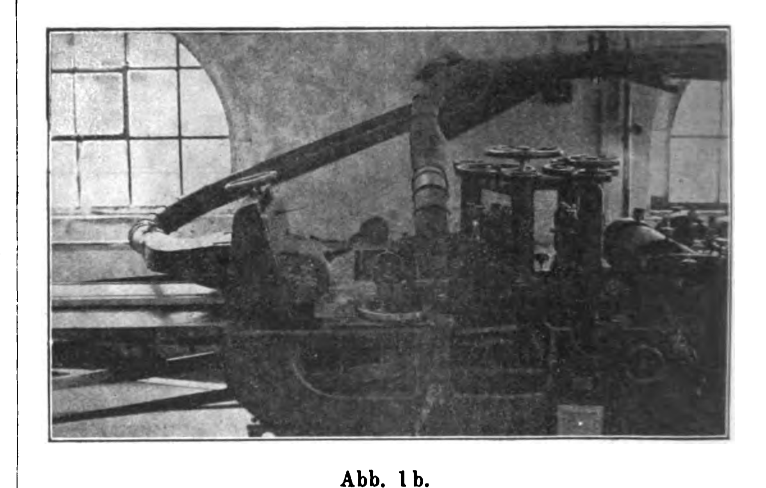


Abb. 1a.

Stapeln und Lagern. Ist das Holz abgenommen, so ist für seine sachgemäfse Stapelung zu sorgen. Harthölzer, die naturgemäfs länger lagern, sind möglichst in gedeckten, luftigen Schuppen unterzubringen, damit das lästige Reifsen und damit verbundener Verlust dieser teuren Holzarten möglichst vermieden wird. Die Lagerung mufs selbstverständlich übersichtlich und derart erfolgen, dafs auch das Abstapeln leicht möglich ist. Dabei ist bei gröfseren Lagern auf die Freihaltung breiter Gänge zu achten, damit bei Inbrandgeraten des Holzlagers das Feuer nicht so schnell auf andere Stapel übergreift, und damit die Feuerwehr mit ihren Löschgeräten nahe an den Brandherd heran kann. Mit Rücksicht auf die Förderung ist ferner zu beachten, dafs die An- und Abfuhr möglichst auf normalspurigen Gleisen erfolgen kann und dafs die gängigen Sorten in der Nähe der Verbrauchsstelle, dagegen die weniger gängigen entfernter gelagert werden.


Abb. 1b.
Bearbeitung von Holzrungen auf der vierseitigen Hobelmaschine.

Holztrocknung. Früher erfolgte die Anlieferung des Holzes im lufttrockenen Zustand. Infolge der hohen Zinssätze legen sich z. Z. die Sägewerke und Holzfirmen gröſsere, auf Jahre bemessene Holzmengen nicht mehr auf Stapel und überlassen es dem Holzverarbeiter, mit der Tragung der Zinsen und der Verarbeitung des im letzten Winter frisch eingeschlagenen bzw. grün geschnittenen Holzes fertig zu werden. Da der Verbraucher hohe Zinsen ohne wirtschaftliche Schädigung gleichfalls nicht tragen kann, muſs er unter Verwendung von Abfallholz und Spänen eine beschleunigte künstliche Trocknung vornehmen. Leider entsprechen nicht alle Trockenofenbauarten den zu stellenden Anforderungen. Mit einer bloſsen Erhöhung der Ofentemperatur zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Trockenkammern ist es nicht getan, da dann das Holz an Wert verliert, indem es in seinem Gefüge leidet und spröde und rissig wird. Um dem zu begegnen, muſs dem Trocknen des Holzes ein Dämpfen voraufgehen, damit das Holz im noch feuchten Zustande in sich die erforderliche Wärme aufspeichert, welche nachher zur Verdampfung der Feuchtigkeit bzw. Trocknung erforderlich ist, so daſs gleichsam ein Trocknen des Holzes von innen heraus erzielt wird.

Auſserdem scheint bei der Trocknung des Holzes, welches an sich etwas hygroskopisch ist, die Auslaugung der Holzfaser eine gewisse Rolle zu spielen. Durch die vorherige Dämpfung wird anscheinend die Auslaugung der im Holz enthaltenen Säfte begünstigt und eine höhere Ofentemperatur und damit schnellere Trocknung des Holzes ermöglicht.

Verarbeiten des Holzes unter näherer Erläuterung einiger Arbeitsverfahren. Das trockene Holz wandert nun zur »Holzvorbereitung« bzw. zur Herstellungsstelle maschinenfertiger Hölzer. Es sind das z. B. Boden- und Seitenbretter, Brückenbohlen (für Bahnmeistereien) usw., welche nach Behandlung auf einer vierseitigen Hobelmaschine und allenfalls nach Ablängen und Abplatten auf Lager genommen werden. Gegebenenfalls erfolgt das Schneiden auf Länge bei ihrer Abgabe vom Lager. Die Bearbeitung aller sonstigen Holzersatzteile, welche einer weitergehenden Behandlung bis zu ihrer Fertigstellung bedürfen, z. B. Türrahmen, Türen, Fenster, Bremserhäuser usw. — diese Teile füllen ein ganzes Buch — erfolgt in der mechanischen Tischlerei. Daſs bei Aufstellung der Holzbearbeitungsmaschinen darauf zu halten ist, daſs der Arbeitsfluſs nach einer Richtung, möglichst ohne rückläufige Bewegung gewahrt wird und daſs sämtliche Maschinen Staubabsaugung haben sollten, ist selbstverständlich.

Aus der Massenanfertigung und der Durchforschung der Arbeitsvorgänge ergibt es sich, daſs eine ganze Reihe von Arbeiten, welche früher — z. T. sogar erst nach vorherigem Anreiſsen — von Hand an der Hobelbank ausgeführt wurden, sich unter Verwendung von Vorrichtungen und Schablonen nicht nur schneller, sondern auch genauer auf Maschinen herstellen lassen. Ich nenne beispielsweise: Bremshaustüren, Fallfenster bei Personen- und Güterwagen usw. Dadurch werden Hobelbänke und Arbeitsplätze frei, welche wieder zur Lagerung von Halb- und Fertigfabrikaten und zur Aufstellung von Maschinen Verwendung finden können. Anzustreben ist, daſs möglichst alle Teile auf den Maschinen so vollkommen fertig hergestellt werden, daſs an den Hobelbänken oder Arbeitsplätzen nur das Zusammenschlagen bzw. Verleimen und Verschrauben erfolgt.

Durch Befolgung dieses Grundsatzes war es beispielsweise möglich, über 20 Hobelbänke abzustoſsen und während früher 1923/24 von 15 Maschinenarbeitern und 8 Handwerkern die Ersatzteile für ein E. A. W. fertiggestellt wurden, jetzt von 15 Maschinenarbeitern und 3 Handwerkern 4 gröſsere Ausbesserungswerke, 6 Betriebswerke und eine Reihe von Bahnmeistereien beliefert werden.

Der jährliche Holzverbrauch für Ersatzteile und maschinenfertige Hölzer betrug früher 1700 cbm, jetzt 7500 cbm.

Wie schon oben erwähnt, führt die vermehrte Maschinenarbeit zur Verwendung besonderer Vorrichtungen, so werden beispielsweise: Bremshaustürrahmenhölzer, Fensterrahmenhölzer, Rungen, Militärsitzleisten usw. lediglich nach Schablonen ohne jegliches Anreiſsen hergestellt.

Besonders erwähnenswert ist eine häufig vorkommende Arbeit: die Herstellung hölzerner Rungen für R Wagen (s. a. Zeitschrift das Eisenbahnwerk Nr. 4 v. J. 1922).

Während die Herstellung der Seitenwandrungen keine besonderen Schwierigkeiten bietet, machte solche die Anfertigung der mit U-Eisen beschlagenen Stirnwandrungen nach Abb. 1a, indem nach der Bearbeitung auf der vierseitigen Hobelmaschine die Aussparungen für die U-Eisen in zwei-

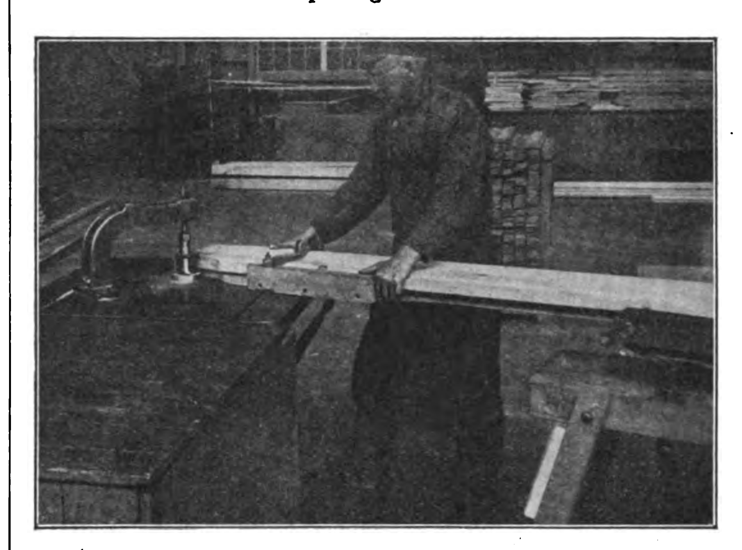


Abb. 2. Bearbeitung der Holzrungen auf der Fräse.



Abb. 3. Bohrfutter als Fräser.

maligem Arbeitsgang gefräst und die scharfen Ecken (bei x) von Hand weggearbeitet wurden. Um diese umständliche Arbeitsweise zu vereinfachen, werden jetzt die Rungen nach Abb. 1b (s. a. Mitt d. E. Z. A. 1923, lfd. Nr. 517) auf der vierseitigen Hobelmaschine in einem Arbeitsgange profiliert hergestellt (s. Abb. 1), während der Kopf bei y nach einer Schablone mittels Rapidfräsers ausgearbeitet wird (s. Abb. 2).

Mit dem Bohren der Löcher für die Rungenschrauben erfolgt gleichzeitig das Versenken der Aussparungen für die Mutter bzw. den Vierkantkopf, indem das Bohrfutter als Fräser ausgebildet ist (s. Abb. 3).

Um auch noch das Einziehen der vielen Holzschrauben zu verbilligen, wurde eine Vorrichtung in Anlehnung an einen

Patentschraubenzieher (s. Abb. 4) im eigenen Werk gebaut, welche die Schraube mit einem Hebeldruck fest und sicher einzieht.

Auch die Herstellung der Fallfenster sei an Hand einiger Lichtbilder kurz erläutert: Die auf der Dicktenmaschine gehobelten, auf der kleinen Kreissäge nach Schablonen gelängten und nach Lehre auf der Kettenfräsmaschine vorbereiteten aufrechten Rahmenlanghölzer werden auf der Fräsmaschine gefräst (Falz und Fase), siehe Abb. 5, welche auch den nachstehend erwähnten Hubkarren in Einfahr- bzw. Ausfahrstellung zeigt. Auf Abb. 6 werden an den vorgerichteten Rahmenquerstücken mittels Schlitzscheiben die Zapfen geschnitten. Das lediglich

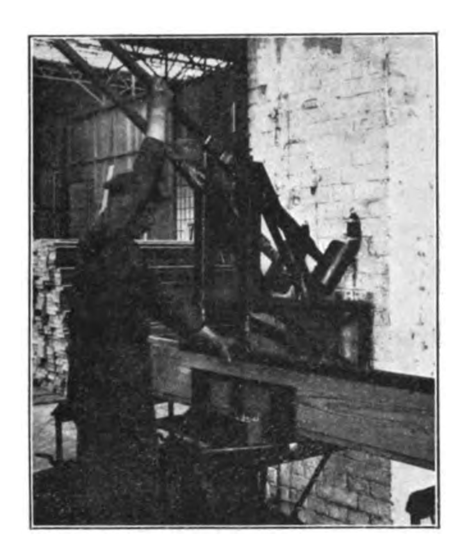


Abb. 4. Vorrichtung zum Einziehen von Holzschrauben.

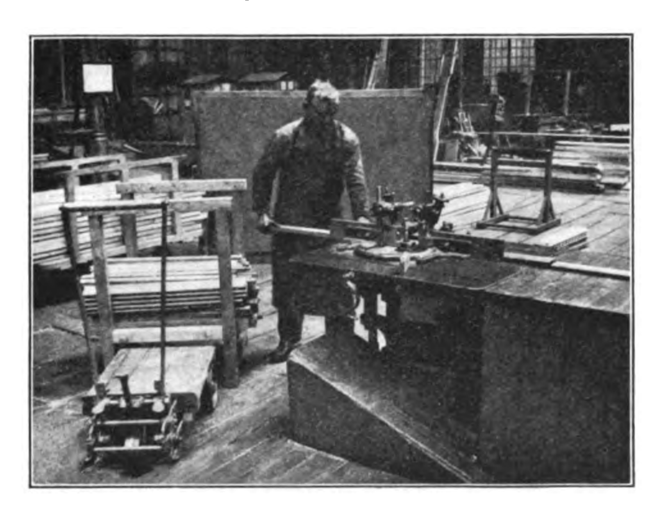


Abb. 5. Fräsen von Rahmenlanghölzern.

durch Schablonenarbeit entstandene Werkstück ist auf der Abbildung klar ersichtlich. Die Rahmenhölzer werden dann zusammengeschlagen und verleimt. Zum genau winkelrechten Zusammendrücken dienen eiserne Rahmen. Für kleinere Fenster genügen zur Erzielung genauer Arbeit zwei Exzenterhebel für größere Fenster ein Exzenterhebel für die Schmalseite und zwei Spannschrauben für die Langseite. Die Abb. 7 zeigt gleichzeitig den Hubkarren in eingeschobener Stellung.

Die Beförderung des Holzes von einer Maschine zur anderen erfolgt auf besonderen Wagen oder auf Gestellen, welche mittels Hubkarren »Famos« — Hersteller Sächsische Transportgerätefabrik Dresden — von einer Maschine zur anderen verfahren werden (s. Abb. 8).

Anstrich. Etwa 35 % des verarbeiteten Holzes bedarf eines Anstriches. Es ist durchaus zweckmäßig, soweit die maschinenfertigen Hölzer später gestrichen werden müssen, sie einmal vorgestrichen auf Lager zu legen, Rungen sogar fertig gestrichen mit dem aufschablonierten Gattungszeichen »Stuttgart«, wodurch nicht nur eine wesentliche Beschleunigung des Wagenausganges, sondern auch Entlastung der belieferten Werkstätten erreicht wird.

Diese großen Holzmengen von Hand zu streichen wäre unwirtschaftlich. Es empfiehlt sich deshalb, den Anstrich nach dem Farbenspritzverfahren oder besser mit einer Maschine auszuführen, welche die mit dem Farbenspritzen verbundene



Abb. 6. Zapfenschneiden mittels Schlitzscheibe.



Abb. 7. Zusammenbau und Verleimen der Rahmen.

Schmutzerei vermeidet. Vorbedingung hierfür ist allerdings, daß es sich um eine wirklich brauchbare und leistungsfähige Vorrichtung handelt*).

Altholzverarbeitung. Der Aufsatz wäre unvollständig, wenn nicht auch der Altholzverarbeitung Erwähnung getan würde. Das Altholz wird an den Anfallstellen sortiert. Das brauchbare Holz wird vom Brennholz getrennt und mit Rücksicht auf darin enthaltenen Sand, Nägel, Schrauben auf besonderen Maschinen verarbeitet.

*) Neuerdings ist eine Anstrich- und Grundiermaschine zum Patent angemeldet worden, die es gestattet Bretter, Rungen und dergleichen vierseitig zu streichen und es außerdem ermöglicht, gleichzeitig zwei Farben zu verarbeiten — z. B. eine Seite grau und die andere rot — was für den Anstrich von Seitenbrettern der G- und O-Wagen von großem Vorteil ist.

Bestelliste. Um die Bestellung von maschinenfertigen Hölzern und Ersatzteilen zu vereinfachen und hierbei Irrtümer

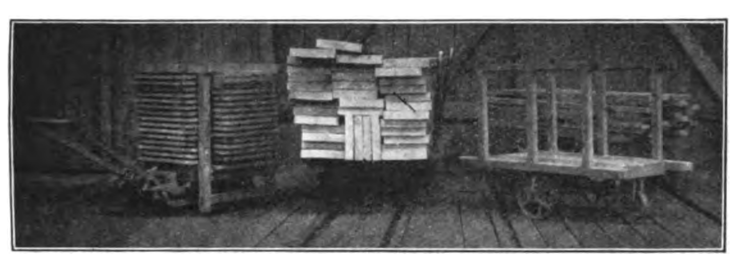


Abb. 8. Hubkarren „Famos".

auszuschliefsen, befinden sich in den Händen der Besteller Verzeichnisse der Ersatzteile, so dafs die Bestellung lediglich Nummer und Menge zu enthalten braucht. Von der Erweiterung dieser Holzvorratsliste werden die Besteller durch Nachträge jeweils unterrichtet.

Leistung. Zum Schlufs mögen noch einige Leistungsziffern genannt werden:

| In der mechanischen Holzbearbeitung beschäftigte Köpfe | | Jährlich verarbeitete Holzmenge in cbm | | Auf 1 Kopf verarbeitete Holzmenge in cbm | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1914 | 1925 | 1914 | 1925 | 1914 | 1925 |
| 7 | 15 | 1000 | 7500 | 145 | 500 |

Es entfiel also 1925 auf den Maschinenarbeiter 3,5 mal soviel Holz wie 1914. Trotzdem werden jetzt auf den Maschinen mehr Fertigwaren hergestellt, während es 1914 halbfertige Erzeugnisse waren, die einer Nachbehandlung von Hand bedurften.

Die Fertigungszeiten sind im Durchschnitt um mehr als 50%, z. T. sogar auf ein Drittel der früheren Zeiten herabgesetzt worden.

## Betriebsergebnisse von Lokomotivausbesserungswerken.

Von Reichsbahnoberrat **Weese**, Brandenburg West.

Der gekürzte Leistungsmafsstab für Lokomotivausbesserung, der in einer früheren Aufsatzreihe im Organ*) vom Verfasser aufgestellt wurde, ist inzwischen in mehreren Ausbesserungswerken laufend zur Anwendung gekommen. Im folgenden sollen als Beispiel die Betriebsergebnisse des Ausbesserungswerkes Magdeburg-Buckau dargestellt werden, die nach den Grundsätzen des Leistungsmafsstabes nachträglich für die Zeit seit 1. Oktober 1921 ermittelt worden sind.

In Abb. 1 ist die Leistung in Ausbesserungseinheiten, d. h. in stündlichen Normalarbeitsmengen**) monatweise dargestellt. Das Schaubild zeigt nicht die gesamte Leistung des Werkes, sondern nur diejenige, die sich auf Lokomotivausbesserung erstreckt oder im Zusammenhang damit steht, wechselnd etwa 90—95% der Gesamtleistung.

Die Berechnung der Ausbesserungseinheiten für Gestell mit Maschine, Kessel und Tender der in einem Monat ausgegangenen Lokomotiven bzw. der Ausbesserungseinheiten für in einem Monat fertiggestellte Ersatzkessel ist auf Grund der Übersicht 9 im Organ Jahrg. 1924, Seite 152, erfolgt. Aufser den in dieser Übersicht dargestellten Ausbesserungseinheiten sind seit 1. Oktober 1924 noch die Ausbesserungseinheiten hinzugetragen, welche für das seit dieser Zeit erfolgende genaue Vermessen der Lokomotiven und die infolge des Vermessens erforderlichen Berichtigungsarbeiten erforderlich waren. Nicht berücksichtigt sind die in der letzten Zeit ausgeführten umfangreichen Normungsarbeiten, da die hierfür aufgewendete Arbeitsmenge schwer zahlenmäfsig zu erfassen ist. Bei den Hauptausbesserungen an Tendern erscheint in den ersten Jahren nur eine geringe Leistung, weil die Tender in dieser Zeit in einem Privatwerk ausgebessert werden.

Die Berechnung der Ausbesserungseinheiten für die Zwischenausbesserungen ist bis zum 1. April 1925 derart vorgenommen, dafs für jeden Darftag nach den später behandelten Aufschreibungen über das Zeitenverhältnis 15 Ausbesserungseinheiten eingesetzt worden sind. Nach dieser Zeit ist eine ähnliche Liste für die Ausbesserungseinheiten bei Zwischenausbesserungen der Berechnung zu Grunde gelegt wie die erwähnte Übersicht 9 für Hauptausbesserungen.

Die Leistungen für Lokomotivausbesserungen in Bahnbetriebswerken sind in den ersten Jahren mangels anderer Unterlagen nach der Zahl der zu unterhaltenden Lokomotiven errechnet, indem für jede zu unterhaltende Lokomotive 16 Ausbesserungseinheiten monatlich angenommen sind. Seit Einführung der Selbstkostenberechnung sind die aufgewendeten Stunden zur Grundlage genommen.

Ebenso sind bei den Leistungen für Lokomotivausbesserung an anderen Stellen, also z. B. bei an andere Ausbesserungswerke abgegebenen Vorratstücken, sowie bei Ausbesserung von Privatlokomotiven die aufgewendeten Stunden gleich Ausbesserungseinheiten gesetzt worden.

Weiterhin ist in Abb. 1 das Saldo des Lokomotiv-Vorratstücklagers angegeben, d. h. der Unterschied zwischen den für die Lieferung von Vorratstücken an das Vorratstücklager aufgewendeten Stunden und denjenigen Stunden, welche früher für diejenigen Vorratstücke aufgewendet wurden, welche in dem betreffenden Monat aus dem Vorratstücklager entnommen wurden. Dies Saldo ist in einigen Monaten negativ, es hat also in diesen Monaten eine Verminderung der Bestände des Vorratstücklagers stattgefunden.

Die Summe der genannten Ausbesserungseinheiten stellt die insgesamt gelieferten Lokomotivausbesserungseinheiten dar, denen gegenüberstehen die in der folgenden Reihe der Abb. 1 dargestellten bezogenen Lokomotivausbesserungseinheiten, d. h. in unmittelbaren Stunden, welche hätten aufgewendet werden müssen, wenn die auswärts gekauften und von anderen Werken bezogenen Vorratstücke im eigenen Werk hergestellt worden wären. Es kommen dabei jedoch nur diejenigen Vorratstücke in Frage, die nach Übersicht 1 im Organ Jahrg. 1924, Seite 145, im eigenen Werk zu fertigen sind; denn die anderen Vorratstücke gelten als solche, die überhaupt nicht mit Ausbesserungseinheiten bewertet werden, weil sie ebenso wie Werkstoffe der Regel nach von auswärts zu beziehen sind.

Der Unterschied der gelieferten und der bezogenen Lokomotivausbesserungseinheiten ist im nächsten Bilde gezogen, welches nunmehr die im eigenen Werk geleisteten Ausbesserungseinheiten darstellt.

Wenn bei den zuletzt genannten Arbeiten an Stelle von Ausbesserungseinheiten die aufgewendeten Stunden eingesetzt und somit Ist und Darf gleichgesetzt worden sind, so kann hierdurch keine wesentliche Ungenauigkeit entstanden sein, weil die Ausbesserungseinheiten für diese letzteren Arbeiten nur einen geringen Bruchteil der in den ersten vier Schaulinien dargestellten Ausbesserungseinheiten ausmachen.

Der in der Übersicht Abb. 1 ermittelten Leistung ist in Abb. 2 der Aufwand hierfür gegenübergestellt. Um ein übersichtlicheres Bild zu erhalten, sind die monatlichen Ergebnisse im vierteljährlichen Durchschnitt dargestellt.

*) s. Organ Jahrg. 1923, Seite 116, 145, 247 u. Jahrg. 1924 Seite 144, 331.
**) Näheres s. Organ Jahrg. 1923, Seite 148.

Nach den früheren Erörterungen sind die geleisteten Ausbesserungseinheiten zu vergleichen:

1. mit dem Aufwand an Arbeitskraftstunden,
2. » » » » Lokomotivausbesserungstagen,
3. » » » » Lokomotivaufenthaltstagen.

Statt des Aufwands an Arbeitskraftstunden ist in Abb. 2 der ein zutreffenderes Bild gebende Aufwand an Einheitskraftstunden dargestellt. Von der Darstellung des Aufwands an Lokomotivaufenthaltstagen wurde abgesehen, da die zugehörige Schaulinie fast ebenso verläuft, wie diejenige der Lokomotivausbesserungstage.

Die Einheitskraftstunden stellen die gesamte menschliche Arbeit dar, welche von Angehörigen des Werks — Beamten und Arbeitern — für Zwecke der Lokomotivausbesserung aufgewendet worden ist. Nur diejenigen Stunden sind berücksichtigt, in denen wirklich Arbeit geleistet wurde, bzw. zu leisten war.

Bei den Lohnempfängern sind die Krankenstunden, die Urlaubsstunden mit oder ohne Lohn und die bezahlten Feiertagstunden nicht in Ansatz gebracht. Auch bei den Beamten ist ein entsprechender Abzug gemacht, der früher zu durchschnittlich 11 v. H. ermittelt und eingesetzt wurde, im letzten Jahr aber dem Einzelfalle entsprechend in Ansatz kam. Die Unterrichts-, Turn- und reinen Übungsstunden der Lehrlinge sind aufser Betracht geblieben.

Die Kraft der Lehrlinge in denjenigen Stunden, in denen sie nutzbringende Leistung vollbringen, ist entsprechend dem Jahrgang zu einem Bruchteil der Kraft eines Vollarbeiters (Einheitskraft) angenommen und zwar:

im ersten Lehrjahr $\frac{1}{3,5}$ Einheitskraft

im zweiten » $\frac{1}{2,75}$ »

im dritten » $\frac{1}{2}$ »

im vierten » $\frac{1}{1,5}$ »

Zöglinge, Maschinenbaubeflissene und lediglich in Ausbildung befindliche Bedienstete sind unberücksichtigt gelassen.

Da in Abb. 1 nur die Leistung für Zwecke der Lokomotivausbesserung dargestellt ist, so dürfen in Abb. 2 auch nur die Einheitskraftstunden eingesetzt werden, die für Lokomotivausbesserung aufgewendet sind.

Die Abtrennung dieser Einheitskraftstunden von der Gesamtmenge konnte auf Grund der in Buckau vollständig durchgeführten Selbstkostenermittlung leicht erfolgen, indem die gesamten Einheitskraftstunden mit dem Verhältnis*)

$$\frac{\text{Einzelkostenstunden} + \text{Gruppenkostenstunden für Lokomotivausbesserung}}{\text{Einzelkostenstunden} + \text{Gruppenkostenstunden für alle Arbeiten}}$$

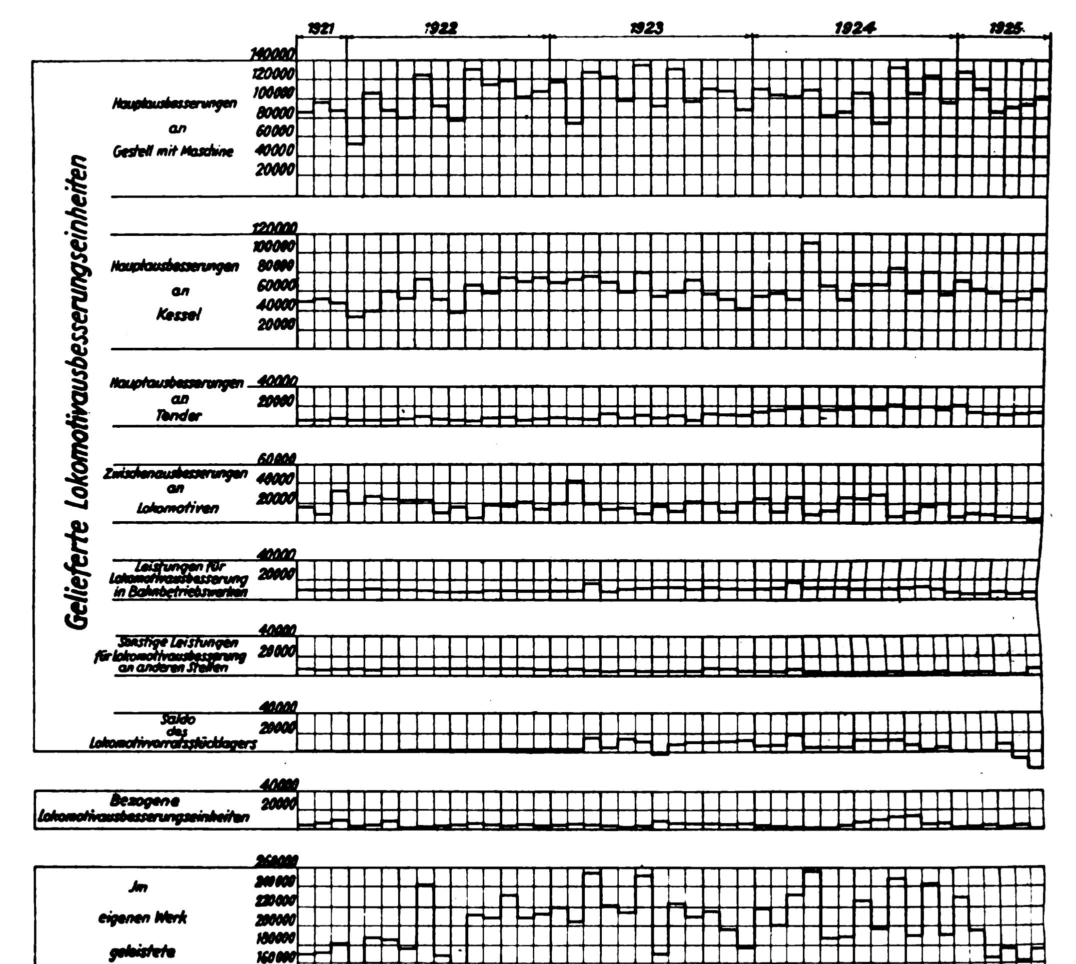



Abb. 1. Leistung in Lokomotivausbesserungseinheiten. (E. A. W. Magdeburg-Buckau).

multipliziert wurden. Dieses Verhältnis betrug wechselnd 0,90 bis 0,95, d. h. es sind wechselnd 10 bis 5 v. H. Arbeiter und Beamte mit anderen Zwecken als Lokomotivausbesserung beschäftigt gewesen, nämlich mit Aufträgen anderer Dienststellen aufser den mit Lokomotivausbesserung in Zusammenhang stehenden Bestellungen, sowie mit Arbeiten, welche eine Vermehrung des Anlagewertes des eigenen Werks bewirkten.

Aus der Division der Einheitskraftstunden durch die Ausbesserungseinheiten folgt der dargestellte monatliche Aufwand an Einheitskraftstunden je 1000 Ausbesserungseinheiten. Dieser Aufwand ist in den behandelten Jahren bedeutend gefallen, einmal infolge Steigerung der Arbeitslust und Arbeitskraft der Arbeiter und Beamten, vor allem aber durch fortschreitende planmäfsige Organisation der Fertigung, insbesondere Übergang

*) s. Weese, Vereinfachte Selbstkostenberechnung für Ausbesserungswerke in Zeitschr. d. V. d. Eis. Verw. Jahrg. 1924, Nr. 51, Seite 1040.

von der Einzelfertigung zur Reihen- und Massenfertigung *). Der Vergleich der beiden Endvierteljahre zeigt eine Verminderung des Aufwandes an menschlicher Arbeit je Ausbesserungseinheit um 40,8 v. H. Leider war es nicht möglich den Vergleich mit den Verhältnissen vor dem Kriege zu ziehen, da geeignete Unterlagen fehlten.

Noch weit stärker, nämlich um 87,6 v. Hundert, ist der **Aufwand an Ausbesserungstagen** zurückgegangen. Wie in Abb. 2 ersichtlich sind nämlich im letzten Vierteljahr 1921 19,4 Ausbesserungstage je 1000 geleistete Ausbesserungseinheiten aufgewendet worden, im letzten betrachteten Vierteljahr 1925 dagegen nur 2,4 Ausbesserungstage. Als Ausbesserungstage sind gerechnet die Arbeitstage vom Beginn der Ausbesserung einer Lokomotive bis zur Wiederabgabe an den Betrieb, bzw. bei Ersatzkesseln vom Beginn der Ausbesserung bis zur Fertigstellung.

Ähnliche — wenn auch nicht ganz so günstige — Ergebnisse hinsichtlich der Ausbesserungsdauer sind jetzt auch in anderen Lokomotivausbesserungswerken erreicht worden. Auch in den Wagenausbesserungswerken beginnt man dem Vorbild der Lokomotivausbesserungswerke nachzueifern. Wenn die Lokomotivwerke einen gewaltigen Vorsprung haben, so dürfte dies wohl zum groſsen Teil der Einführung der statistischen Nachweisung des **Zeitenverhältnisses** bei den Lokomotivausbesserungswerken zuzuschreiben sein. Erst durch Aufstellung dieser monatlichen Nachweisung, deren Schluſsergebnis in einer einzigen Zahl zusammengefaſst wird, wurde ein vergleichbarer Maſsstab für die Leistungen verschiedener Lokomotivausbesserungswerke geschaffen. Seit Einführung dieses Maſsstabes — am 1. Januar 1923 — hat der günstige Einfluſs des idealen Wettbewerbes **) eingesetzt, der zu einer immer mehr gekürzten Ausbesserungsdauer führte.

Das Zeitenverhältnis stellt das Verhältnis der Istausbesserungstage zu den Darfausbesserungstagen für alle in einem Monat ausgegangenen Lokomotiven und fertiggestellten Ersatzkessel dar. Die Darfausbesserungstage sind für jede Lokomotivgattung und für jede Art der Ausbesserung besonders festgesetzt. Für die den Arbeitsumfang hauptsächlich bestimmenden Arbeiten sind Grundausbesserungszeiten aufgestellt, zu denen je nach Lage des Sonderfalls Zuschlagausbesserungszeiten treten.

Als Darfausbesserungszeiten wurden nach sehr eingehenden Verhandlungen von dem seinerzeit eingesetzten Sonderausschuſs zur Aufstellung eines Leistungsmaſsstabes für Lokomotivwerkstätten Zeiten eingesetzt, die damals noch nirgends erreicht waren und als Idealzeiten galten. Heute betragen in Buckau die wirklichen Ausbesserungszeiten nur noch $^1/_6$ und weniger dieser früheren Idealzeiten. Das Zeitenverhältnis ist von 1,6 auf 0,24 gefallen. Die festgesetzten Darfzeiten müssen also

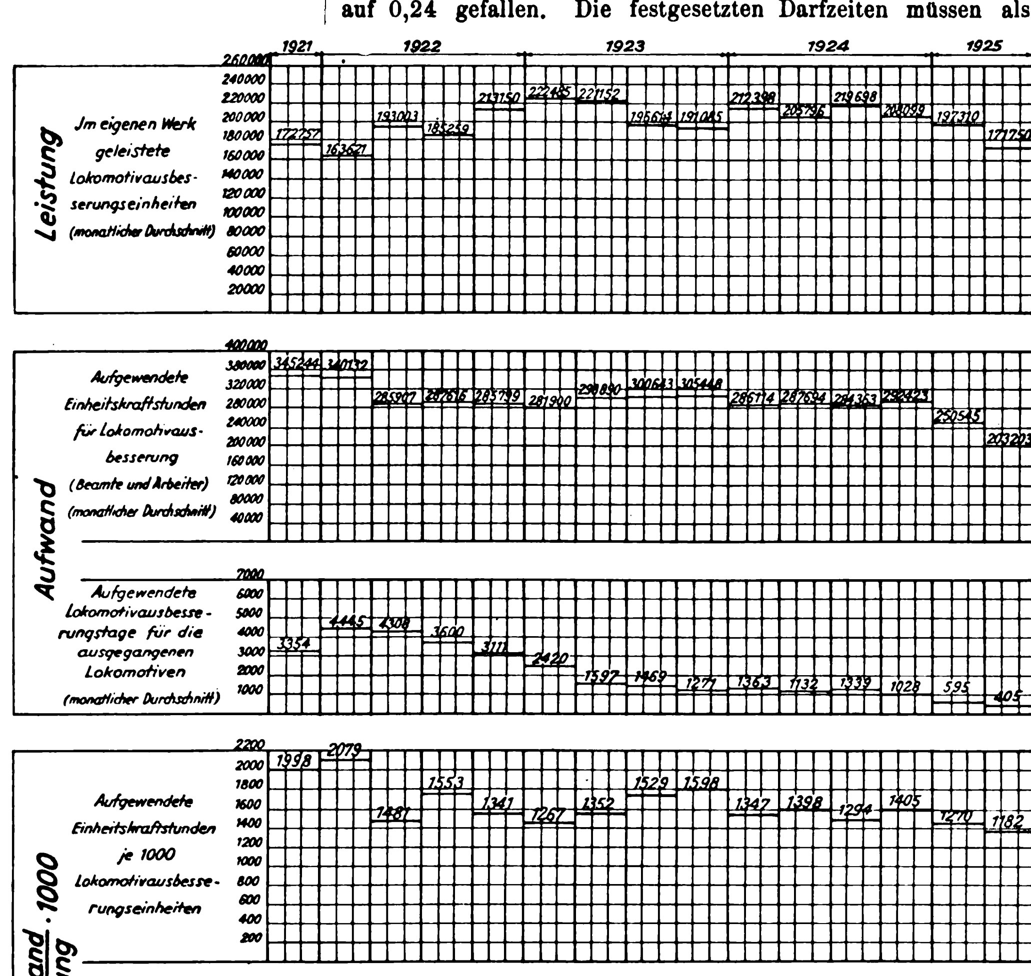


Abb. 2. Leistung und Aufwand an Lokomotivausbesserungseinheiten: 1. an Einheitskraftstunden, 2. an Lokomotivausbesserungstagen. (E. A. W. Magdeburg-Buckau).

als überholt bezeichnet werden. Trotzdem könnte die Aufstellung in gleicher Weise weiterhin erfolgen, wenn das jetzt mögliche Ist zum früher festgelegten Darf bei allen Ausbesserungsfällen im gleichen Verhältnis stände. Da dieses Verhältnis aber sehr verschieden ist, würden bei Beibehaltung der alten Darfzeiten keine einwandfreien Ergebnisse erhalten werden.

Es dürfte sich aber empfehlen, die Aufstellung des Zeitenverhältnisses nunmehr überhaupt fallen zu lassen. Die umständlichen Erhebungen zu seiner monatlichen Aufstellung sind jetzt entbehrlich, wenn die aufgewendeten Ausbesserungstage in Beziehung zu den geleisteten Ausbesserungseinheiten gesetzt werden. Die Aufstellung dieser Ausbesserungseinheiten ist aber ohnehin erforderlich, um die Leistungen der Werke nicht nur wie bisher hinsichtlich des Aufwands an Ausbesserungszeit, sondern auch hinsichtlich des sonstigen Aufwandes vergleichen zu können.

*) s. Ziem, Ermittlung der Austauschstückmengen bei der Lokomotivausbesserung im Eisenbahnwerk, Heft 16, Jahrg. 1925, Seite 175.

**) s. Organ Jahrg. 1923, S. 118.

Mit der bisherigen einseitigen Aufstellung des Zeitenverhältnisses war nämlich die Gefahr verbunden, dafs einerseits Werkleiter in falschem Ehrgeiz ein günstiges Ergebnis auf Kosten des Aufwandes an menschlicher Arbeitskraft und auf Kosten der Güte der Arbeit zu erreichen suchten und andererseits übergeordnete Stellen falsche Schlüsse aus dem einseitigen Ergebnis zogen. Allerdings ist es zutreffend, dafs in einem Werk mit ungünstigem Zeitenverhältnis etwas nicht in Ordnung sein mufs, dagegen braucht ein Werk mit günstigem Zeitenverhältnis durchaus noch nicht ein wirtschaftlich arbeitendes

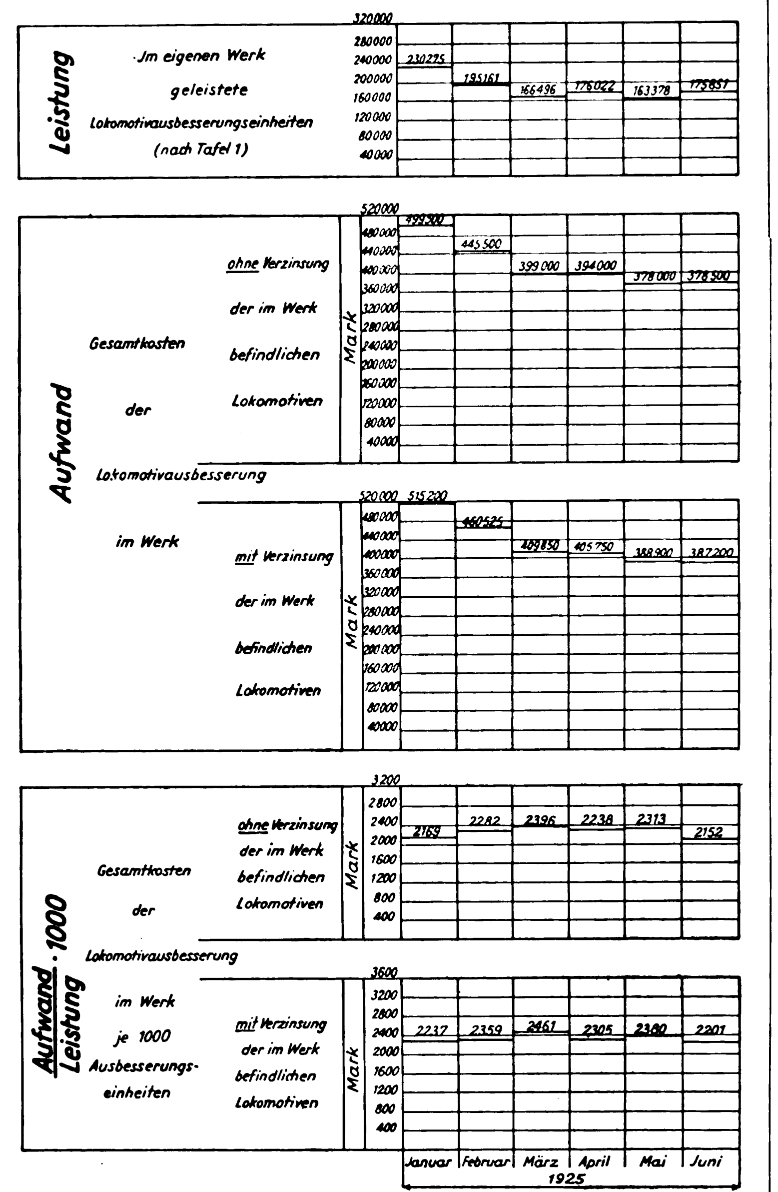



Abb. 3. Leistung und Aufwand in Lokomotivausbesserungseinheiten und in Mark. (E. A. W. Magdeburg-Buckau)

Werk zu sein; es kann menschliche Arbeitskraft vergeuden und minderwertige Arbeit liefern. Es darf eben nicht vergessen werden, dafs die Ausbesserungszeit nur eins der Kennzeichen der Leistung eines Ausbesserungswerks ist.

Nachdem in den Abb. 1 und 2 für die Zeit vom 1. Oktober 1921 bis Juni 1925 die Leistung dargestellt und mit dem Aufwand an Einheitskraftstunden und Ausbesserungstagen in Beziehung gesetzt wurde, ist in Abb. 3 für das Halbjahr 1925 die Leistung auch mit dem Aufwand an Geld, das ist den Kosten, monatweise verglichen.

Die Kosten setzen sich zusammen aus: Zinsen, Abschreibungen, Gehältern und Löhnen, Stoffkosten und sonstigen Kosten.

Zu verzinsen ist der gesamte Anlagewert des Werkes mit Werkzeugen, Geräten und Stoffvorräten sowie Vorratstücken einschliefslich der Ersatzkessel. Als Wert ist der Jetztwert eingesetzt, als Zinssatz 6 v. H.

Auch bei der Ermittlung der Abschreibungen ist von dem Jetztwert (1. Januar 1925) ausgegangen, indem die Zahl der Jahre veranschlagt wurde, die z. B. eine Werkzeugmaschine von jetzt an noch gebraucht werden kann. Der jetzige veranschlagte Beschaffungspreis, dividiert durch die Zahl der früheren und künftigen Benutzungsjahre, ergibt den jährlichen Abschreibungssatz.

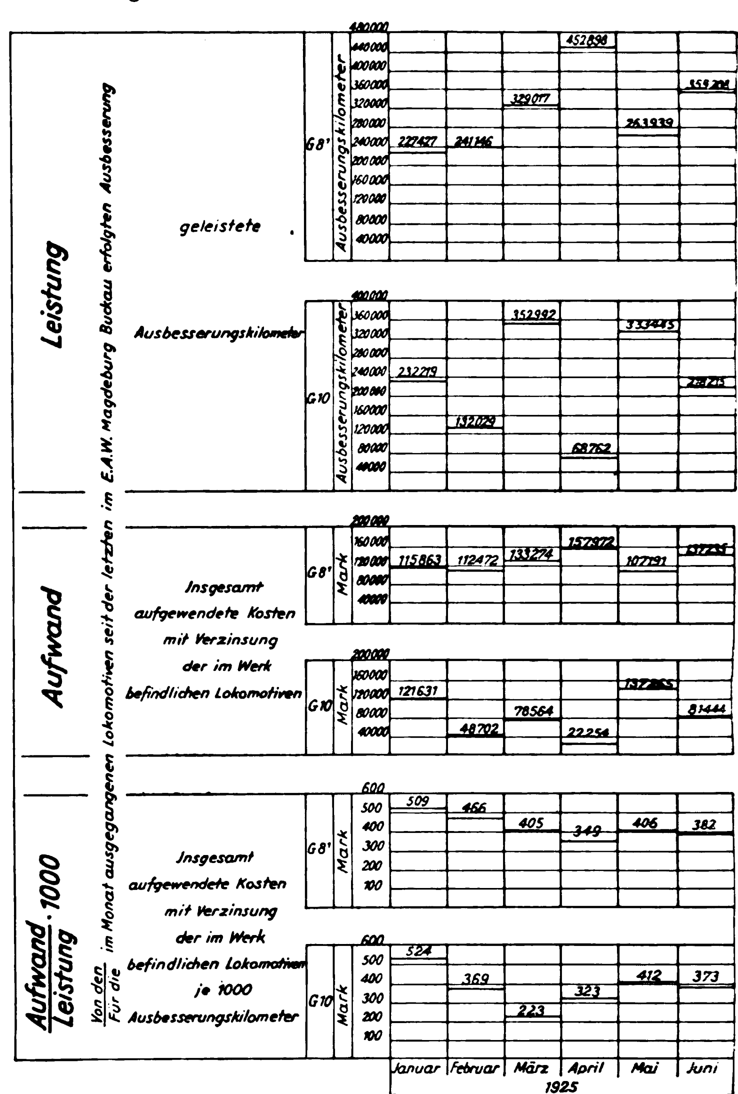



Abb. 4. Leistung und Aufwand in Ausbesserungskilometern und in Mark. (E A. W. Magdeburg-Buckau).

Die übrigen Kosten sind nach den tatsächlichen Ausgaben festgestellt. Als Stoffkosten sind die Zeitwerte der aus dem Lager entnommenen Stoffe eingesetzt.

Die so ermittelten monatlichen Kosten sind im zweiten Schaubild der Abb. 3 dargestellt. Die darunter befindliche Schaulinie zeigt die gleichen Kosten zuzüglich der Verzinsungskosten für die jeweils im Werk befindlichen Lokomotiven. Der Wert dieser Lokomotiven ist unter Berücksichtigung der bisherigen Lebensdauer zu $^2/_3$ des jetzigen Beschaffungswertes angenommen.

Die Kosten je 1000 Ausbesserungseinheiten sind in den beiden letzten Schaubildern der Tafel aufgezeichnet. Das obere Bild zeigt die Kosten ohne Verzinsung der im Werk befindlichen Lokomotiven. Es ergibt sich ein geringes Ansteigen der Kosten, bis im Juni die Kosten etwas unter den Januarstand sinken. Ein Steigen der Kosten mufste als Folge des Abbaus an Arbeitern und damit sinkender Werkleistung bei gleichen Verzinsungs- und Abschreibungskosten auftreten. Die fortschreitende Organisation, die insbesondere eine Verringerung des prozentualen Aufwandes an menschlicher Arbeitskraft (s. Abb. 2) mit sich brachte, hat es aber ermöglicht, diese Steigerung gering zu halten und schliefslich sogar die Junikosten unter die Januarkosten zu bringen.

Die Senkung der Kosten im Juni gegenüber Januar ist noch gröfser bei Mitberücksichtigung der Zinsen für die im Werk befindlichen Lokomotiven. Die Zahl dieser Lokomotiven ging nämlich von durchschnittlich 27,8 im Januar auf 15,4 im Juni zurück. Es sind überhaupt nur noch 12 Lokomotivstände in Benutzung gegenüber 60 im Jahre 1914.

Als Durchschnittskosten je 1000 Ausbesserungseinheiten ergeben sich für das betrachtete Halbjahr ohne Verzinsung der Lokomotiven 2260 ℳ, mit Verzinsung der Lokomotiven 2320 ℳ.

Allerdings kann man einwenden, dafs ja zur Zeit ein Überflufs an Lokomotiven herrsche, und die Verzinsungskosten der Lokomotiven keine Rolle spielen, weil sie ohnehin zu tragen seien. Der Einwand ist zutreffend, doch gilt er nur für die jetzige verkehrsschwache Zeit. Von praktischem Nutzen auch für die Jetztzeit ist die Verkürzung der Ausbesserungsdauer jedoch, neben den Vorteilen für den inneren Werkbetrieb, insofern, als einerseits in leistungsfähigen Werken nunmehr die freigewordenen Stände zur Erhöhung der Gesamtleistung für andere Zwecke ausgenutzt und dadurch geringer leistungsfähige Werkstätten geschlossen werden können und andererseits überall klar erkannt werden mufs, dafs der Bau neuer Werkstätten und die Beschaffung neuer Lokomotiven nicht in Frage kommt, sodafs unwirtschaftliche Anschaffungen unterbleiben. Verfasser hat bereits im Oktober 1924 auf der Eisenbahntechnischen Tagung in Berlin darauf hingewiesen*), dafs statt 4250 Lokomotivständen in den Werkstätten der Reichsbahn in Zukunft nur 1000 Stände erforderlich sein werden.

Während in Abb. 3 die Kosten mit den gelieferten Ausbesserungseinheiten verglichen worden sind, findet in Abb. 4 ein Vergleich der Kosten mit der Endleistung, nämlich den geleisteten Lokomotivausbesserungskilometern statt. Dieser Vergleich ist noch erforderlich, weil die in Ausbesserungseinheiten erfafste Leistung nur den Umfang der Arbeiten in Betracht zieht, die Güte der Arbeit aber unberücksichtigt läfst. Auf diese läfst sich nur aus der betrieblichen Leistung ein Rückschlufs ziehen, allerdings leider auch nur im Zusammenhang mit der Ausbesserung in den Bahnbetriebswerken.

Die Ausbesserungskilometer stellen nach früheren Erörterungen die von den Lokomotiven geleisteten Kilometer dar, multipliziert mit einem Faktor, welcher die Streckenverhältnisse, die Stärke und Geschwindigkeit der Züge, die Zahl ihrer Anfahrten und die Beschaffenheit des Speisewassers berücksichtigt. Da die Grundlagen für die Berechnung des Faktors noch nicht vollständig geschaffen sind, wurde der Faktor zunächst = 1 gesetzt, so dafs die Schaulinien der Abb. 4 die reinen Lokomotivkilometer zeigen.

*) s. Eisenbahnwesen V. D. J. Verlag, S. 260.

Die beiden oberen Schaulinien geben die von den monatlich ausgegangenen G 8¹ und G 10 Lokomotiven seit der vorhergehenden Ausbesserung geleisteten Lokomotivkilometer wieder. Es sind nur diejenigen Lokomotiven berücksichtigt, deren vorhergehende Ausbesserung (Hauptausbesserung oder Zwischenausbesserung) im Ausbesserungswerk Magdeburg-Buckau stattgefunden hat.

Diesen Leistungen sind in den beiden nächsten Bildern die Kosten gegenübergestellt, die für die ausgegangenen Lokomotiven entstanden sind. Die Ermittelung dieser Kosten hat für jede einzelne Lokomotive nach der vorerwähnten in Buckau eingeführten Selbstkostenberechnung stattgefunden. Soweit Ersatzkessel verwendet wurden, die nicht in Buckau wiederhergestellt worden waren, sind die Kosten hierfür entsprechend dem Umfang der Ausbesserung veranschlagt worden. In den dargestellten Kosten sind auch die Kosten für Verzinsung der Ersatzkessel, sowie der Lokomotiven selbst während ihrer Aufenthaltszeit im Werk enthalten.

Die Division der Kosten durch die geleisteten Kilometer ergibt in den unteren Schaulinien die Kosten je 1000 Ausbesserungskilometer. Die Durchschnittskosten betragen für das betreffende Halbjahr bei G 8¹ Lokomotiven 408 ℳ, bei G 10 Lokomotiven 366 ℳ je 1000 Ausbesserungskilometer. Ähnlich durchgeführte Berechnungen werden wertvolle Grundlagen für den wirtschaftlichen Vergleich der einzelnen Lokomotivgattungen geben, die für die Neubeschaffung mitbestimmend sein müssen.

In gröfserem Mafse werden Unterlagen für die Kosten der Ausbesserungen erhalten werden, wenn die kürzlich angeordnete Umstellung der Wirtschaftsführung in den Ausbesserungswerken Brandenburg West, Halle, Leinhausen, Mülheim-Speldorf, Nied und Oppeln auf betriebswirtschaftliche Vollabrechnung durchgeführt ist. Doch darf nicht vergessen werden, dafs ein Vergleich verschiedener Ausbesserungswerke hinsichtlich des betriebswirtschaftlichen Erfolgs insgesamt nur gezogen werden kann, wenn die Kosten auf einheitliche Gröfsen bezogen werden.

Als solche Bezugsgröfsen sind nach den eingehenden Ausführungen in der anfangs erwähnten Aufsatzreihe am besten geeignet die die stündliche Normalarbeitsmenge darstellende Leistungseinheit, welche bezüglich der reinen Lokomotivausbesserung als Lokomotivausbesserungseinheit bezeichnet wurde, und das Ausbesserungskilometer.

Die angemessenen Kosten für die Leistungseinheit sind verschieden bei den verschiedenen Arten der Arbeiten, ebenso die angemessenen Kosten für die Ausbesserungskilometer bei den verschiedenen Lokomotivgattungen. Durch entsprechende Festsetzung von verschiedenen Darfkosten je 1000 Ausbesserungseinheiten und ebenso verschiedenen Darfkosten je 1000 Ausbesserungskilometer kann man — ähnlich wie bei dem überholten Zeitenverhältnis — in dem Verhältnis

$$\frac{\text{gesamte Istkosten je 1000 Leistungseinheiten}}{\text{gesamte Darfkosten je 1000 Leistungseinheiten}}$$

eine einzelne Zahl erhalten, welche die Wirtschaftlichkeit des Werkes anzeigt und in dem Verhältnis

$$\frac{\text{gesamte Istkosten je 1000 Ausbesserungskilometer}}{\text{gesamte Darfkosten je 1000 Ausbesserungskilometer}}$$

eine zweite Zahl, welche die Güte der Werkarbeit kennzeichnet.

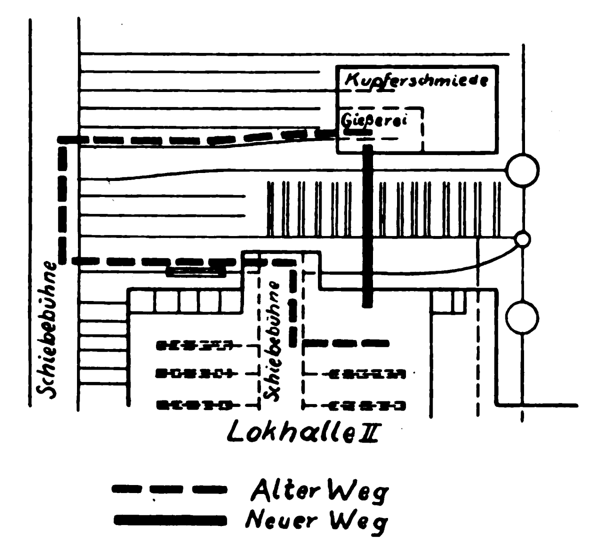
# Ein Beitrag zur Verbesserung des Förderwesens.

Von Regierungs- und Baurat a. D. **Poppe**, Opladen.

Bei Durchforschung der verschiedenen Arbeitsgänge wurde festgestellt, dafs in vielen Fällen gelernte Arbeiter sich mit Verrichtungen befassen mufsten, die ebensogut durch ungelernte Arbeiter erledigt werden können. Hauptsächlich waren es Förderarbeiten, die den Handwerker belasteten. Um Wartezeiten zu verhüten, war er gezwungen, infolge unzureichender Fördereinrichtungen, sich selbst um die Versorgung mit Werkstücken und Stoffen zu kümmern.

Im nachfolgenden sollen zwei Verbesserungen des Förderwesens im Ew. Opladen erwähnt werden, die sich trotz geringer Anlagekosten sehr gut bewährt haben*).

Die Förderung der Rotgufsstelle von der Giefserei zum Hauptlager wurde bisher von Gufsputzern ausgeführt. Die Stücke wurden nach der Bearbeitung zunächst an einer Stelle zusammengelegt und später zur Abförderung zum Hauptlager von Hand auf ein Fahrzeug verladen. Beim Handlager wurden die Teile wieder angefafst und zur Wage befördert. Nach dem Wiegen wurden sie durch drittes Anfassen an die Rotgufsabgabe befördert, wo endlich das Gut, nachdem es viermal in die Hand genommen, gestapelt an seinem Bestimmungsort zu liegen kam. Bei einer Menge von wöchentlich 6000 kg Rotgufs waren 15 Stunden Förderbetrieb erforderlich, um das Gut an die vorbeschriebene Stelle zu schaffen. Durch Übertragung der Förderung auf die Werkförderabteilung und Anfertigung einiger




fahrbarer eiserner Kästen, eines Fahrgestells und einer kleinen Rampe wurde erreicht, dafs die Förderung mit einmaligem Anfassen erledigt wird und für die Bewegung der 6000 kg nur noch ein Arbeitsaufwand von zwei Stunden erforderlich ist. Das vom Gufsputzer behandelte Arbeitsstück wird jetzt in einen fahrbaren Behälter, welcher für den Arbeiter in leicht erreichbarer Höhe auf einer Rampe, dicht bei der Arbeitsstelle steht, hineingelegt. Nach einem Förderplan wird der Behälter dreimal in der Woche abgeholt. Von der Arbeitsstelle wird der gefüllte Wagen auf der Rampe durch eine in die Wand der Gufsputzerei gebrochene mit einer Klappe versehenen Öffnung auf einen in gleicher Höhe stehenden Benzolwagen geschoben. Vor dem Hauptlager wird der Behälter durch einen Kran auf ein lenkbares Fahrgestell gehoben, und mit diesem auf die mit dem Fahrgestell in einer Höhe befindlichen Tafel der Wage gefahren. Nach dem Wiegen wird der Behälter auf das Gestell zurückgesetzt und zur Rotgufsausgabe gebracht, wo die Teile zum Zwecke der Stapelung erstmalig in die Hand genommen werden.

*) Weitere Mitteilungen finden sich in Heft 22, Jahrg. 1922, Heft 29, Jahrg. 1924, Heft 16, Jahrg. 1925 des „Eisenbahnwerk". Allgemein sei bemerkt, dafs die Förderabteiluug im Ew. Opladen rund 80 Mann stark ist und ihr zwei Lokomotiven, ein Lokomotor, mehrere Krane, darunter zwei mit Hubmagneten, mit einer Bahnlänge von zusammen 360 m, ein elektrischer Spill, zehn Schiebebühnen, zwei Benzolwagen, vier Elektroförderwagen und eine Anzahl Bahnmeisterwagen zur Verfügung stehen.

Auch die bisherige Förderung der wiederherzustellenden Achslager erwies sich als zu umständlich. Für die Förderung von 100 Satz $P_8$ Lokomotivachslagern von der Hochnehmergruppe zur Abkocherei, Giefserei, zum Hauptlager und mehrere Male zur Dreherei zum Vorfräsen, Bohren, Fertigfräsen, Ausbohren eingebauter Lager mit Kasten und zurück, waren 874 Stunden erforderlich. Durch Schaffung einer besonderen Achslagerwerkstatt, bei deren Einrichtung man davon absah, möglichst viele Werkzeugmaschinen zu Gruppen zu vereinigen, sondern alle Maschinen und Einrichtungen nach dem Arbeitsgang aufstellte, wurden die Förderzeiten erheblich gekürzt. Auch die Einrichtung eines Werkstoffhandlagers bei der Achslagerwerkstatt trug wesentlich zur Verminderung des Förderweges bei. Jedoch wurde es als sehr störend empfunden, dafs die Achslagergiefserei, die nur 45 m von der Achslagerwerkstatt entfernt liegt, nur durch grofse Umwege auf den Gleisen zu erreichen war. Gerade dieser Teil der Werkgleisanlagen wird stark befahren, die Fahrzeuge für die Achslagergiefserei mufsten mehrere Drehscheiben und eine Schiebebühne benutzen. Wartezeit durch Besetzung der Gleise usw. verzögerten die Zustellung und verteuerten somit die Förderung. Dieser Mifsstand wurde durch Anlegen einer unter Flur liegenden Fördergrube, welche die Achslagerwerkstatt und Achslagergiefserei auf dem kürzesten Wege miteinander verbindet, beseitigt. In der Fördergrube läuft ein mechanisch angetriebener Wagen, so dafs für die Förderung der Lagerschalen menschliche Arbeitskräfte nicht mehr erforderlich sind. Die Handhabung der Einrichtung ist denkbar einfach. Nachdem die Achslagerwerkstatt den Wagen beladen und in Bewegung gesetzt hat, meldet sie der Giefserei die Ankunft durch ein Klingelzeichen. Die Lagerschalen werden dann mittels Kran zur Verarbeitung entnommen. Der umgekehrte Weg von der Achslagergiefserei zur Achslagerwerkstatt erfordert dieselbe Handhabung.

Nachfolgende drei Zahlen begründen die Wirtschaftlichkeit der Neueinrichtung:

Die Förderung von 100 Stück Achslager $P_8$ Lokomotiven erforderte früher 874 Stunden, jetzt 407 Stunden, mithin werden erspart 467 Stunden.

Zum Schlufs sei noch erwähnt, dafs bei der Umstellung des Förderwesens der Benutzung von Sammel- und Aufsatzkästen für Förderfahrzeuge besondere Aufmerksamkeit zugewandt wurde. Mit diesen werden gefördert: Werkstücke, Werkstoffe, Abkochgut, Fahrzeuggeräte, Werkzeuge, Rotgufs, wertvolle Altstoffe, Kernschrot und Efsgeschirre. Auch diese Geräte helfen den Förderbetrieb vereinfachen, z. B. sah man früher um die Mittagszeit aus allen Ecken des Werkes eine Menge sogenannter Tragbahren, wohl 20 bis 30 Stück von je zwei Leuten getragen, nach dem Speisesaal des Werkes streben. Hier wurde das für Werksangehörige abgegebene und zum Anwärmen zurückgelassene Essen in Empfang genommen und nach den verschiedenen Betrieben des Werkes geschafft.

Heute fahren kurz vor der halbstündigen Mittagpause zwei Elektroförderwagen vor den Speisesaal. Auf jedem Wagen stehen zwölf Kästen, die zu vier Stück nebeneinander und in drei Stufen übereinander in einem Gestell federnd gelagert sind. Diese werden abgenommen und im Speisesaal durch drei Mann gefüllt. Nachdem die Kästen wieder auf dem Wagen untergebracht, geht es zurück in den Betrieb, wo die Verteilung der Speisen erfolgt. Sie wird also jetzt durch drei Mann und zwei Fahrer erledigt, während früher 40 bis 60 Arbeiter in Bewegung waren.

# Dacheindeckungsarbeiten und Dachausbesserungen bei Personen- und Güterwagen.

Von Oberwerkmeister Vorbusch, Dortmund.

Während früher die Dacharbeiten meist von der Leiter aus erledigt wurden, ist man heute vielfach dazu übergegangen, besondere Dacharbeitsstände zur Ausführung dieser Arbeiten einzurichten. Die Abb. 1 stellt die Dacharbeitsstände des E. A. W. Dortmunds dar. Sie umfassen vier besondere Gleise, zwischen denen besondere Gerüste aufgebaut sind. Die Gerüste bestehen aus U-Eisen, die mit einer Fufsplatte im Boden einbetoniert sind. Am oberen Ende des U-Eisens sind mittels Knotenblechen Tragarme aus Winkeleisen zur Aufnahme des Bodenbelags angenietet. Die Fufsbodenbretter, etwa 45 mm stark, sind teils zur Versteifung, teils zur Abdichtung an den Längsseiten mit Feder und Nute miteinander verbunden und mit Mutterschrauben auf den Tragarmen befestigt. An beiden Enden der so gebildeten Laufstege befinden sich Holztreppen mit leichten Geländern aus Rundeisen. Diese Geländer reichen, wie Schnitt c bis d zeigt, über den Fufsbodenbelag der Laufstege hinaus, um ein leichtes Auf- und Absteigen zu gewährleisten. Die Oberkante des Laufsteges liegt 2650 mm über Schienenoberkante. Diese Höhe ist gewählt worden, um nicht allein an den Dächern der Güterwagen, sondern auch der Personenwagen bequem arbeiten zu können. Um auch an die Stirnseiten der Wagen zu gelangen, werden lose Laufbretter von einem Steg zum anderen gelegt. Hierdurch wird auch eine Verbindung von einem Laufsteg zum anderen, ohne Benutzung der Treppen erreicht. An der äufseren Längsseite des Dacharbeitsstandes befand sich bei Einrichtung der Dachstände ein unbenutztes Meisterbüro, das in der Höhe der Laufstege liegt. Dieser Raum wurde als Werkstube für die Dachdecker eingerichtet. An diesen Raum anstofsend wurden Regale, die man an der Dachkonstruktion aufhing, für die Aufbewahrung der Dachleisten eingebaut. Da bei den Eindeckungsarbeiten auch sehr viel Holzarbeiten aufkommen, hat man neben den Regalen für die Dachleisten in der Höhe der Laufstege einen Schreinerstand geschaffen. Es sind hier Werkzeugschränke, eine Hobelbank und eine kleine Tischbohrmaschine untergebracht. Letztere dient zum Bohren von Löchern in die Dachleisten. Alles, was die Schreiner und Dachdecker zu ihren Arbeiten benötigen, haben sie oben auf dem Arbeitsstand. Dadurch werden viel unnötige Wege, besonders das Auf- und Absteigen vom Arbeitsstand vermieden. Die benötigten Werkstoffe werden durch Transportkolonnen zu den Arbeitsständen geschafft. Empfehlenswert ist es auch, Gasschlosser und Schlosser, welche die Bleche an den Aufbauten der Personenwagen zu erneuern oder wiederherzustellen haben, auf den Dachgerüsten unterzubringen. Soll ein Wagen, sei es ein bedeckter Güter- oder ein Personenwagen neu eingedeckt werden, so mufs vor dem Aufbringen der neuen Decke die alte Spachtelmasse, auf der die Decke sehr fest sitzt, entfernt werden, um die Oberfläche des Daches glatt und eben zu bekommen. Zum Entfernen dieser Masse ist ein eigens in der Werkstätte hergestellter Brennapparat in Gebrauch, der in der Abb. 2 im Betrieb zu sehen ist. In dem Brenner wird Gasöl verfeuert. Die notwendige Verbrennungsluft wird der Prefsluftleitung entnommen, die auch das Gasöl aus dem tragbaren Behälter in den Brenner drückt. Damit die Flamme des Brenners sich flach über die Wagendecke ausbreitet, ist die Brennhaube oval ausgebildet. Um die in dem Gasöl befindlichen Unreinigkeiten von dem Brenner fern zu halten und um ein Verstopfen der Brennerdüse zu vermeiden, ist zwischen Gasbehälter und Brennerdüse ein auswechselbares Reinigungssieb eingeschaltet. Mittels dieses Brennapparates ist man in der Lage, ein Güterwagendach in 20 bis 30 Minuten zu reinigen. Nicht allein die Dächer der Güterwagen, sondern auch die der Personenwagen werden hiermit abgebrannt. Beim Abbrennen von Personenwagendächern mit Aufbau werden zum Schutze der Oberlichtscheiben Blechplatten vor diese gestellt. Zum Abbrennen eines Daches sind zwei Arbeiter erforderlich. Ein Arbeiter bedient den Apparat, der andere stöfst mit einem, an einem langen Stiel befestigten Schaber die Masse los. Nach dem Abbrennen des Daches wird die abgebrannte Masse mit einem Stahldrahtbesen abgekehrt, das Dach wird mit einem Haarbesen nachgefegt. Sind noch einige unreine Stellen vorhanden, so werden

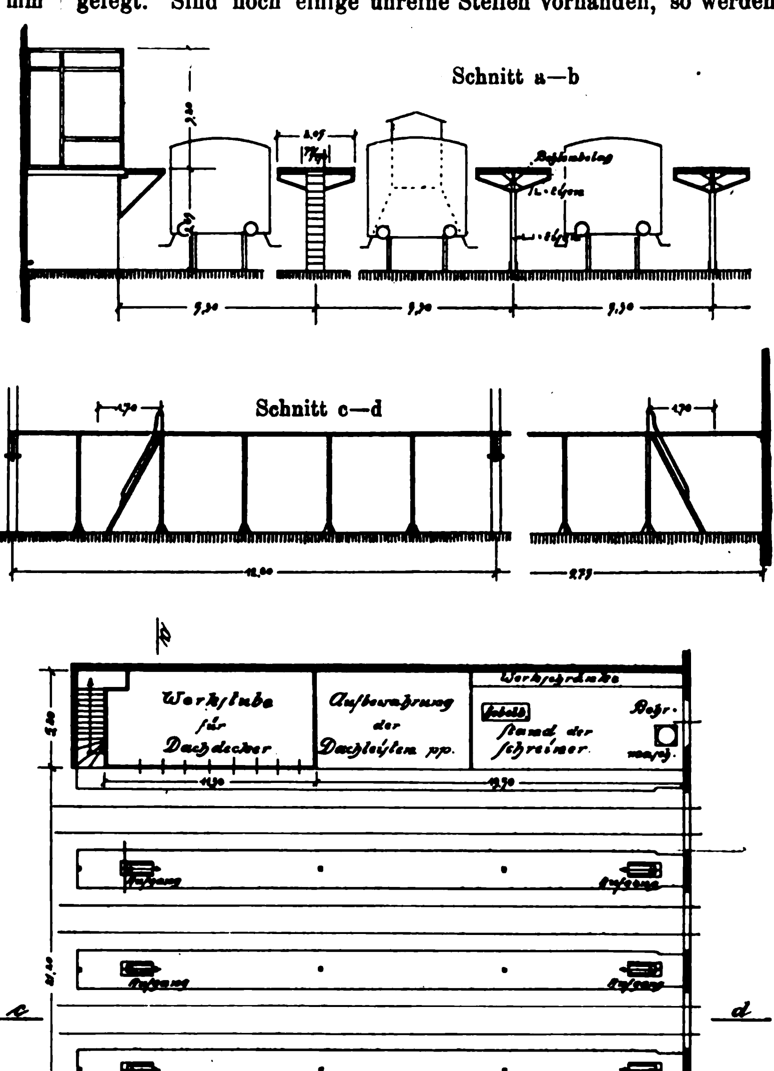



Abb. 1. Grundrifs und Querschnitte der Dachausbesserungswerkstätte.

diese nachgebrannt. Hierauf werden die Fugen der Dachbretter eingeebnet. Damit der Schreiner diese Arbeit nicht in knieender Stellung auszuführen braucht, was zeitraubend und mühsam ist, verwendet man einen Rauhbankhobel, dessen untere Fläche nach der Dachform gewölbt und mit einem Griff aus Gasrohr versehen ist (siehe Abb. 3). Hierdurch wird erreicht, dafs diese Arbeit in stehender Haltung in kürzerer Zeit ausgeführt werden kann. In vielen Fällen müssen die Randbretter der Dächer erneuert werden. Bei der Anbringung dieser Bretter werden besondere Schraubknechte benutzt (siehe Abb. 3). Auch zum Zusammendrücken ganzer Dachflächen werden diese

gebraucht. Eine sehr zeitraubende Arbeit ist das Bohren der Dachbretterbefestigungslöcher mittels Bohrwinde. Diese Arbeit wird in Dortmund mit einer kleinen Luftbohrmaschine mit Pistolenhandgriff ausgeführt (siehe Abb. 3). Nachdem sämtliche Unebenheiten des Daches beseitigt, die Fugen und Schraubenlöcher verkittet worden sind, wird der klare unverdünnte Waterprooffirnis mittels eines langgestielten Schrubbers aufgetragen. Ist der Doppeldrell nunmehr auf das Dach aufgelegt, so wird er mittels breiter Zangen gespannt und mit verzinkten Nägeln an den Längs- und Stirnseiten des Daches befestigt. Die Zangen haben eine Maulbreite von etwa 100 mm, sind an den Mäulern oval geformt und mit Zacken versehen, um ein sicheres Packen des Doppeldrell zu gewährleisten (siehe Abb. 4). Zum Anziehen von fertigen Bitumendecken, die neuerdings verwendet werden, dürfen diese Zangen nicht benutzt werden, weil die Imprägniermasse beschädigt wird. Hierdurch kann Nässe in das Gewebe eindringen und dieses zur Fäulnis bringen. Zum Aufziehen dieser Decken werden Zangen, bei denen die eine Seite des Maules flach, die andere leicht aufgerauht ist, verwendet. Beim Gebrauch dieser Zangen ist ein Beschädigen der Decke ausgeschlossen. Es kommt sehr häufig beim Aufbringen des Waterprooffirnis auf die seitlichen Dachflächen der Personenwagen vor, dafs die äufsere Blechbekleidung des Wagens durch Ablaufen oder durch Spritzen des Deckenfirnis beschmutzt wird. Das Entfernen dieser Flecke kostet Zeit und Geld. Um dies zu vermeiden, werden Schutzbleche benutzt. Sie sind etwa 1 m lang, stützen sich auf den Laufsteg und legen sich oben etwa in der Höhe des aufgenagelten Doppeldrells glatt an den Wagen an. Da die Höhe der Wagendächer von Schienenoberkante aus gemessen verschieden ist, ist das Schutzblech in der Höhe verschiebbar angeordnet (siehe Abb. 4). Nach Aufbringen des Doppeldrells erfolgen bei Güterwagen die vorgeschriebenen Anstriche, sofern nicht fertige Bitumendecken verwendet werden. Beim Aufbringen der Anstriche mufs darauf geachtet werden, dafs dies erst geschieht, wenn die darunter liegenden Anstriche trocken sind. Nach Aufbringung des Doppeldrells und Waterprooffirnis, erfolgt bei Personenwagen die Anbringung der Aufbauseitenbleche, sowie der Gasleitung. Die Gasleitung wird durch 10 mm hohe Eichenklötze unterlegt, damit das Regenwasser unter die Röhren ablaufen kann. Hiernach erhält die Decke die üblichen Anstriche.

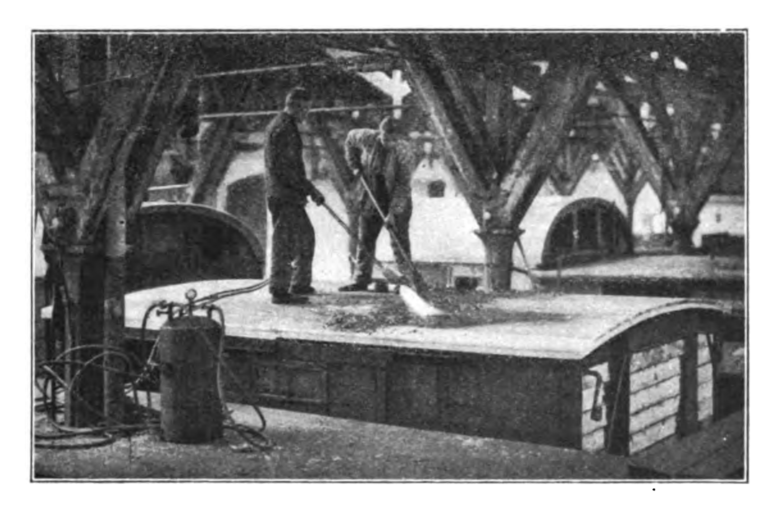


Abb. 2.

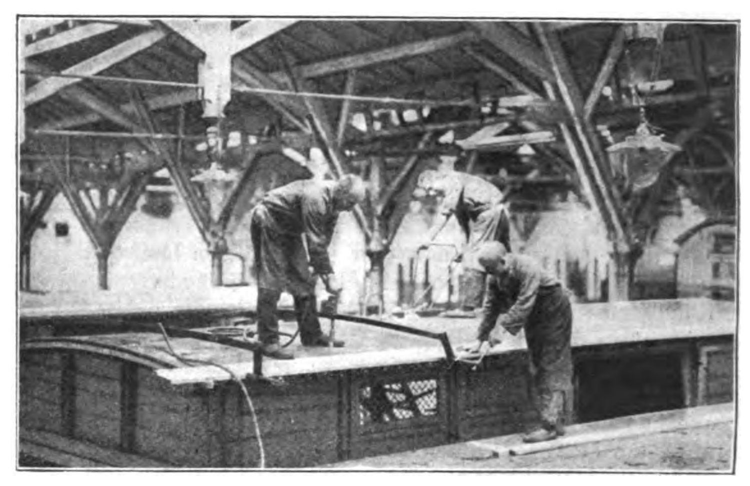


Abb. 3.

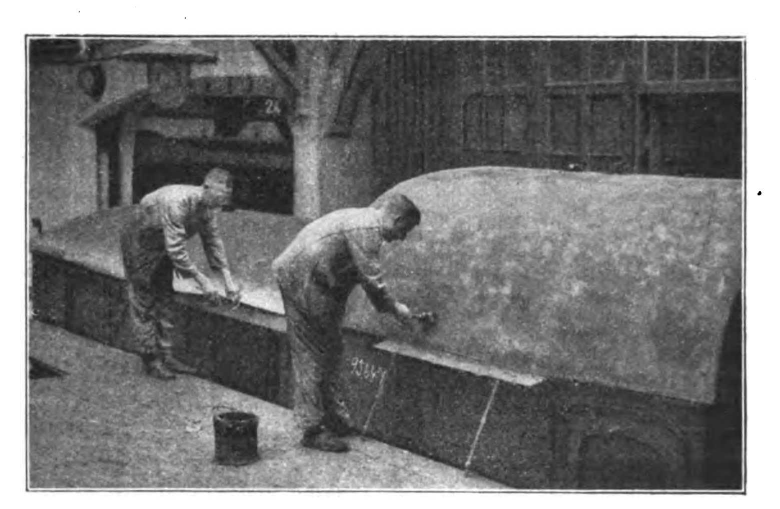


Abb. 4.

Die vorstehend beschriebenen Einrichtungen für den Instandsetzung der Dacheindeckungen gewährleisten eine billige und sachgemäfse Instandsetzung der Wagendächer.

## Eine neuzeitliche Schmiede.

Von Betriebsingenieur **Scherz** in Magdeburg.

Hierzu Abb. 1 bis 3 auf Tafel 34.

Von wesentlicher Bedeutung für ein Wagenausbesserungswerk ist die Schmiede. Der Vorrats- und Austauschbau einer reinen Güterwagenwerkstätte insbesondere, wird undurchführbar, wenn die Schmiede versagt. Hinzu kommt noch das in Wagenausbesserungswerken sehr umfangreiche Altstofflager, das zu seinem Absatz an das Haupt- und die Handlager der ausgedehnten Hilfe der Schmiede bedarf.

Bei der Neuanlage einer Schmiede ist darauf Bedacht zu nehmen, dafs dieselbe mit Rücksicht auf die Rauchbelästigung möglichst hoch und luftig gebaut wird. Die Höhe bis Dachbinderauflager soll 5,5 bis 7,5 m betragen. Man rechnet auf ungefähr 30 Arbeiter ein Feuer, das einschliefslich des Raumes für Dampfhämmer, Pressen und dergl. 40 bis 60 qm Fläche erfordert. Für die Federschmiede können bei einer Leistung

von 120 Federn/Tag etwa 100 bis 150 qm einschliefslich des Raumes für Federbad und Prüfmaschine angenommen werden.

Der Rauch der Einzelfeuer wird an den Wänden durch gemauerte und in der Mitte meist durch eiserne Schornsteine abgeführt. Zweckmäfsig ist die gemeinsame Rauchabführung, welche in neuerer Zeit vielfach Aufnahme gefunden hat, sie ist zwar in der Anlage teuer, gewährleistet dafür aber auch eine reinere Luft in der Werkstatt und für die Umgebung keine Rauchbelästigung.

Die im nachfolgenden näher beschriebene Schmiede ist angelegt für eine reine Güterwagenwerkstätte von 1500 Mann Belegschaft und 522 bedeckten und unbedeckten Arbeitsständen bei einem Bestand von 850 Güterwagen und einem täglichen Ein- und Ausgang von etwa 60 Wagen.

Die Gliederung der Schmiede geht aus dem Grundrifs Abb. 1, Taf. 34 hervor, sie enthält folgende Abteilungen:

1. Kupplungswerkstätte,
2. Federschmiede,
3. Pufferschmiede,
4. Wiederherstellung von Beschlagteilen für G-Wagen,
5. Schraubenwiederherstellung und Geräteanfertigung,
6. Neuanfertigung von Kleineisenteilen für G-Wagen,
7. Herstellung von Grofs-Vorratstücken für G-Wagen,
8. Grofsrichte- und Biege-Arbeitsstelle,
9. Pufferfederaufrichtestelle,
10. Schmiedemaschine.

Die Anlage der Kupplungswerkstätte und die Arbeitsgänge in ihr sind aus Abb. 2, Taf. 34 zu ersehen.

In der Kupplungswerkstatt sind folgende Maschinen und maschinelle Einrichtungen aufgestellt:

1. Spindelricht- und Stauchmaschine,
2. Ofen zum Anwärmen der Bunde,
3. Ofen zum Anwärmen der Spindeln,
4. Koksfeuer,
5. Bund- und Laschenpresse,
6. Doppel-Mutternbearbeitungsmaschine,
7. Warmsäge,
8. Ölofen,
9. Bügelricht- u. Stauchmaschine,
10. Zwei Maschinen zum Warm-Gangbarmachen,
11. Koksfeuer,
12. Endring-Nietmaschine,
13. Werkbank,
14. Tisch zum Fertigmachen (Laschen anhängen),
15. Schmiedefeuer zum Nacharbeiten der Kurbel,
16. Blechschere.

Die Maschinen zum Warmgangbarmachen wurden in eigener Werkstätte aus alten Drehbankbetten angefertigt.

Die Leistung der Werkstätte beträgt 4500 Kupplungen im Monat; das ist der Bedarf für den gesamten Direktionsbezirk.

Die Federschmiede umfafst fünf Doppelfeuer. Die Federaugen-Rollmaschine und die Federaufrichtmaschine wurden in eigener Werkstätte hergestellt. Aufserdem sind hier ein Glühofen und ein Härtebottich gewöhnlicher Bauart, sowie eine Federprüfmaschine der Firma Losenhausen in Düsseldorf aufgestellt. Die Prüfung sämtlicher Federn erfolgt nach einem besonderen Vordruck.

Die Pufferschmiede umfafst drei Schmiedefeuer, einen Glühofen und eine Pufferrichtmaschine.

Es empfiehlt sich die Aufstellung eines Spezial-Glühofens für Puffer mit schrägem Herd, der nach dem Gegenstromprinzip der Wärme arbeitet. Die kalten Puffer rollen hierbei dem Glühofen auf einer schiefen Ebene zu, wandern auf der geneigten Herdfläche durch den Ofen weiter und werden am anderen Ende in entsprechend geglühtem Zustande entnommen.

Die Firma Boye, Berlin, zeigte auf der diesjährigen Leipziger Frühjahrsmesse einen Pufferglühofen mit Ölheizung und mit drehbarem Glühteller (Abb. 3, Taf. 34). In der Mitte des Ofens ist eine senkrechte Achse drehbar angeordnet. Sie trägt eine gufseiserne Platte, auf welcher der drehbare Schamotteteller zur Aufnahme der Puffer angeordnet ist.

Dieser drehbare Schamotteteller trägt ovale Aussparungen, durch welche die Puffer senkrecht in den ringförmigen Ofenschacht unterhalb des drehbaren Schamottetellers eingeführt werden können. An einer Stelle der Platte, die den Ofen nach oben abschliefst, befindet sich ein abhebbarer Deckel zum Einführen und Entnehmen der Puffer. Die Bauart des Ofens entspricht einem bereits vorhandenen älteren Entwurf nach Abb. 4. Erfahrungen liegen jedoch mit Öfen dieser neuen Bauart noch nicht vor, Versuche müssen ergeben, ob die höheren Anschaffungskosten durch gröfsere Wirtschaftlichkeit aufgewogen werden.

Wiederherstellung von Beschlagteilen: Rungen, Daumenwellen, Fufstritte, Bremsteile und dergl

Hier stehen zur Verwendung acht Schmiedefeuer, eine Stauchmaschine, ein Friktionsfallhammer mit 250 kg Bärgewicht, ein Luftdruckhammer mit 100 kg Bärgewicht, sowie eine elektrische Schweifsmaschine. Die elektrische Schweifsmaschine ist gebaut für einen gröfsten schweifsbaren Eisenquerschnitt von 3500 qmm in offenen Längen bei 100 kW, 220 Volt, 50 Perioden mit fünf Abstufungen. Geschweifst werden auf der Maschine hauptsächlich: Bremswellen, Zugstangen, Achsgabeln und dergl. Die Wirtschaftlichkeit der elektrischen Schweifsung gegenüber der Kohlenfeuer-Schweifsung ergibt sich aus folgender Berechnung:

Durch vorgenommene Vergleichsversuche hat sich ergeben, dafs zur Erhitzung von 1 kg Eisen bei Kohlenfeuerung etwa 8 kg Kohle benötigt werden. Unter Zugrundelegung eines Heizwertes von 7500 W. E. ergaben sich also hierfür 60000 W. E. Demgegenüber werden für die gleiche Menge Eisen bei der elektrischen Erhitzung etwa 0,4 kWSt benötigt, wobei sich die benötigte Wärmemenge ergibt, da zur Erhitzung von 1 kg Eisen rund 0,4 kW/St benötigt werden und 1 kW St = 864 W. E. ist: $0,4 \times 864 =$ rund 350 W. E. Bei der Kohleerhitzung werden also rund 17 mal mehr Wärmeeinheiten benötigt, als bei der elektrischen Erhitzung (8 kg Kohle $= 8 \times 3,0 = 24$ Pf., 0,4 kW/Std. = 4 Pf.

Schraubenwiederherstellung und Geräteanfertigung. Hier sind vorhanden fünf Schmiedefeuer, eine Bohrmaschine, eine vereinigte Stanze und Schere, sowie eine elektrische Schweifsmaschine. Die elektrische Schweifsmaschine ist für einen Schweifsquerschnitt bis zu 300 qmm bei 10 kW Durchschnittsstromverbrauch gebaut. Die Maschine wird hauptsächlich zur Wiederherstellung von Kopf- und Fugenschrauben benutzt, wobei die abgenutzten Gewinde und die abgerosteten Schaftstellen abgeschnitten und ein passendes Stück Rundeisen stumpf angeschweifst wird. Bei neunstündiger Arbeitszeit werden 230 Schrauben auf dieser Maschine wiederhergestellt. Es empfiehlt sich jedoch auf Grund der örtlichen Verhältnisse eine Wirtschaftlichkeitsberechnung für dieses Verfahren aufzustellen, da unter Umständen neue Schrauben billiger sind.

Die Vorteile der elektrischen Schweifsmaschine sind bekanntlich: Kein Ausschufs durch Überhitzung des Werkstückes infolge der hohen Regelfähigkeit von Strom und Spannung. — Einfache, zuverlässige, bequeme und schnelle Bedienung und ständige Betriebsbereitschaft. — Regensichere und Raum sparende Bauweise. — Ausschlufs jeder Feuersgefahr in geschlossenen Hallen.

Dafs jedoch die Aufstellung einer solchen Schweifsmaschine vorheriger eingehender Erwägung bedarf, beweist folgendes Beispiel: Ein Eisenbahnausbesserungswerk mit eigener Krafterzeugungsanlage hat eine schwere elektrische Stumpfschweifsmaschine als Ersatz für eine Anzahl Schmiedefeuer, zwecks Ersparnis an Kohlen, aufgestellt. Infolge der durch die Schweifsmaschine im elektrischen Leitungsnetz auftretenden starken Stromstöfse in der Kraftzentrale mufste der Reserve-Maschinensatz mitlaufen, so dafs der hierdurch entstehende Kohlenmehrverbrauch die Wirtschaftlichkeit der Schweifsmaschine aufhob. Auch eine Nachprüfung der Leitungsquerschnitte und Transformatoren erscheint bei Aufstellung einer Schweifsmaschine angebracht.

Neuanfertigung von Kleineisenteilen: Fufstritthalter, Ringkolben, Laternenhalter, Wandstrebenhalter usw.

An maschinellen Einrichtungen sind vorhanden: Sechs Schmiedefeuer und ein Yeakley-Luftdruckhammer mit einem Bärgewicht von 350 kg, 120 minutlichen Schlägen und einem Kraftverbrauch von 35 PS.

Der Wirkungsgrad wurde bei der Abnahme nach dem Heimschen Verfahren (Z. V. d. I. 1900, S. 281) zu 63% ermittelt. Es empfiehlt sich bei Anschaffung eines neuen Lufthammers sowohl Indikator- als auch Zeitwegdiagramme zur Beurteilung der Leistung und Zweckmäfsigkeit des Hammers von der Lieferfirma einzufordern. Niederprefs- und Leerlaufdiagramme geben weiteren Aufschlufs über Arbeitsweise und Steuerung des Hammers.

Herstellung von Grofs-Vorratsstücken: Wiegegehängekloben, Federbunde, Daumenwellen-Mittelstücke, Brems-Dreieckwellen usw. Zur Verfügung stehen sechs Schmiedefeuer, eine Stauchmaschine und ein Dampfhammer von 500 kg Bärgewicht. Der Abdampf des Dampfhammers wird zur Speisewasservorwärmung im Kesselhause nutzbar gemacht (s. Abb. 5).

Die Wirtschaftlichkeit dieser Abdampfverwertungsanlage ergibt sich aus folgender Berechnung: Der mittlere Dampfverbrauch des Hammers beträgt 240 kg/Std. Bei einem Gegendruck am Hammer von 1,3 at hat der Dampf erfahrungsgemäfs einen nutzbaren Wärmeinhalt von 518 W. E./kg.. Die zur Verfügung stehende wiedergewonnene Abdampfmenge errechnet sich daher zu: 240 . 518 = 124320 W. E./Std. Während des Sommers sind zwei Kessel in Betrieb, so dafs mit einer Wassererwärmung von 3000 l gerechnet werden mufs, wofür der Wärmebedarf 3000 . (95 — 10) = 255000 W. E./Std. beträgt. Im Winter sind vier Kessel in Betrieb, so dafs 6000 l vorzuwärmen sind, wofür 6000 . (95 — 10) = 510000 W. E./Std. nötig sind. Da an Abdampf nur 124320 W. E./Std. verfügbar sind mufs allerdings dauernd Frischdampf zugesetzt werden. Die durch die Abdampfverwertung erzielten Kohlenersparnisse berechnen sich zu rund 75 t im Werte von 3375 ℳ.

Bei der Aufstellung mehrerer Dampf- oder Lufthämmer empfiehlt es sich, den Wirkungskreis der Hämmer für die einzelnen Schmiedefeuer durch einen bestimmten Plan festzulegen, damit Zeitverluste durch unnötig weites Hin- und Herlaufen und Aufeinanderwarten der Leute vermieden werden.

Die Grofsrichte- und Biege-Arbeitsstelle enthält: Sechs Schmiedefeuer, eine Kaltsäge, eine Biegemaschine gewöhnlicher Bauart und zwei Richtplatten. Die Abgase der hier vorhandenen Schmiedefeuer werden zur Warmwasserbereitung ausgenutzt. Die Anlage dient zur Versorgung der Waschräume für die Schmiede und ist in Abb. 6 schematisch dargestellt. Der Wasserleitungsschieber A bleibt stets offen. Das Überdruckventil B dient zur Sicherheit bei böswilligen oder versehentlichem Schliefsen des Ventils A.

Die zur Verfügung stehende Wassermenge beträgt etwa 1 cbm auf ein Schmiedefeuer und die hierzu erforderliche Anwärmezeit eine Stunde, so dafs mit einer täglichen Wassermenge von 9 cbm gerechnet werden kann. Durch Ausnutzung weiterer Schmiedefeuer kann die Anlage beliebig erweitert werden.

Pufferfeder-Aufrichtewerkstätte. Zu der Einrichtung gehört ein Glühofen für die Federn und eine Dampfpresse zum Aufrichten der Spiralfedern. Die Presse arbeitet mit Stempel und Matritzen, die den Pufferfedern entsprechend geformt und derart bemessen sind, dafs durch mehrmaliges Einpressen die zusammengedrückten Federn wieder aufgerichtet werden.

Schmiedemaschine. Die hier aufgestellte Horizontal-Schmiedemaschine hat eine bewegliche rechte Klemmplatte, 232 mm Hub und einen Kraftbedarf von etwa 20 PS bei 50 Hüben in der Minute. Sie kann Rund- oder Vierkanteisen bis 75 mm bearbeiten. Auf der Schmiedemaschine können täglich aufserordentliche Mengen von Arbeitsstücken hergestellt werden, welche den Vorzug derartig grofser Sauberkeit, Genauigkeit und Gleichmäfsigkeit haben, dafs vielfach jegliche weitere Feinbearbeitung sich erübrigt. Aufserdem bieten die Schmiedemaschinen den aufserordentlich grofsen, gerade für die heutige Zeit sehr wichtigen wirtschaftlichen Vorteil, dafs sie sich sofort durch ungelernte Arbeiter bedienen lassen. Viele Arbeitsstücke, die früher aus Gufseisen, Temper- oder Stahlgufs hergestellt wurden, werden heute in anbetracht dieser Vorteile auf den Schmiedemaschinen hergestellt. Der starke bis ins Herz des Werkstoffes eindringende Stauchdruck wirkt dabei veredelnd auf das Stoffgefüge, was bei Hammerwirkung nur an der Oberfläche geschieht.

Auf der Schmiedemaschine werden angefertigt: Bolzen aus Eisen oder Stahl, die nicht auf der Revolverbank hergestellt werden können, Pufferringe, Daumenwellen, Schraubenbundmuttern, Tragfedernkloben, Tragfederlaschen, Tragfederstützen, Pufferdruckscheiben usw. Zu der Schmiedemaschine gehören vier Schmiedefeuer und eine vereinigte Warmfräse und Warmsäge.

---

## Austauschbau bei Eisenbahnwagen.

Von Reichsbahnoberrat **Klein**, Berlin.

Die Arbeiten, die bei der Deutschen Reichsbahn zur Einführung des Austauschbaues bei Eisenbahnwagen geleistet worden sind, fafst Abb. 1 zusammen.

An Hand dieser Darstellung möge hier in Anlehnung an meine Veröffentlichung in der Sonderausgabe der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, über »Eisenbahnwesen, die eisenbahntechnische Tagung 1924«, Seite 308, die Entwicklung des Austauschbaues für Wagen kurz gezeigt werden. Eingehendere Angaben sollen über die Normung der Abmessungen für Formeisen und Holz, sowie über die für den Austauschbau erforderlichen Zeichnungen und ihre Nummerung gebracht werden.

Schon lange vor Beginn der Normungsarbeiten war für die regelspurigen Güterwagen der Deutschen Reichsbahn bereits eine Vereinheitlichung der Bauarten vorgenommen worden (siehe Ziffer 1 in Abb. 1). Es wurden vor etwa 16 Jahren bei den Deutschen Ländereisenbahnen die Verbandsgüterwagen mit elf Grundbauarten eingeführt. Diese Einheitsbauarten wurden jedoch im Laufe der Jahre häufig Änderungen unterworfen, so dafs schliefslich 180 wesentliche Bauartunterschiede vorhanden waren. Die überaus häufigen Unterschiede in den Bauarten der Einzelteile sind dabei noch nicht berücksichtigt.

Aufser diesen Verbandsgüterwagen waren bei Beginn der Normung noch eine grofse Anzahl älterer Güterwagen mit vielen unterschiedlichen Bauausführungen vorhanden.

Für die Personen- und Gepäckwagen war eine Vereinheitlichung noch nicht vorgenommen worden. Jede der Ländereisenbahnen hatte ihre eigenen Bauarten, die im Laufe der Jahre entsprechend der Entwicklung des Betriebes und des Verkehrs noch erheblichen Änderungen unterworfen worden waren. Bei Beginn der Normung konnten 91 verschiedene Bauarten der Personenwagen mit über 200 verschiedenen Ausführungen festgestellt werden.

Der Normung mufste daher eine Vereinheitlichung der Bauarten vorangehen (Ziffer 2 in Abb. 1). Die Wagen mufsten in allen ihren Teilen derart durchgearbeitet werden, dafs sie den Anforderungen des Baues, des Verkehrs und des Betriebes voll entsprachen, so dafs wesentliche Änderungen in nächster Zeit nicht mehr erforderlich sein werden.

Für den Güterwagen ist diese Arbeit im Deutschen Güterwagenbauausschufs nahezu abgeschlossen. Es sind die elf Grundbauarten derart durchgearbeitet, dafs nunmehr elf Bauarten für Einheitswagen aufgestellt sind. Bei dieser Durcharbeitung

ist eine weitgehende Vereinheitlichung aller Bauteile, z. B. der Untergestelle, erreicht worden.

Für die Personen- und Gepäckwagen wurde die Arbeit der Vereinheitlichung von dem »Ausschufs für die Vereinheitlichung der Bauarten der Personen- und Gepäckwagen« durchgeführt. Dieser Ausschufs hat seine Arbeiten beendet. Für die Hauptbahnen sind als Einheitspersonenwagen drei Grundbauarten — abgesehen von den Klassenunterschieden — und zwar je ein zweiachsiger Abteil- und Durchgangswagen und ein vierachsiger D-Zugwagen aufgestellt worden, für die Nebenbahnen ein zweiachsiger Personenwagen leichterer Bauart.

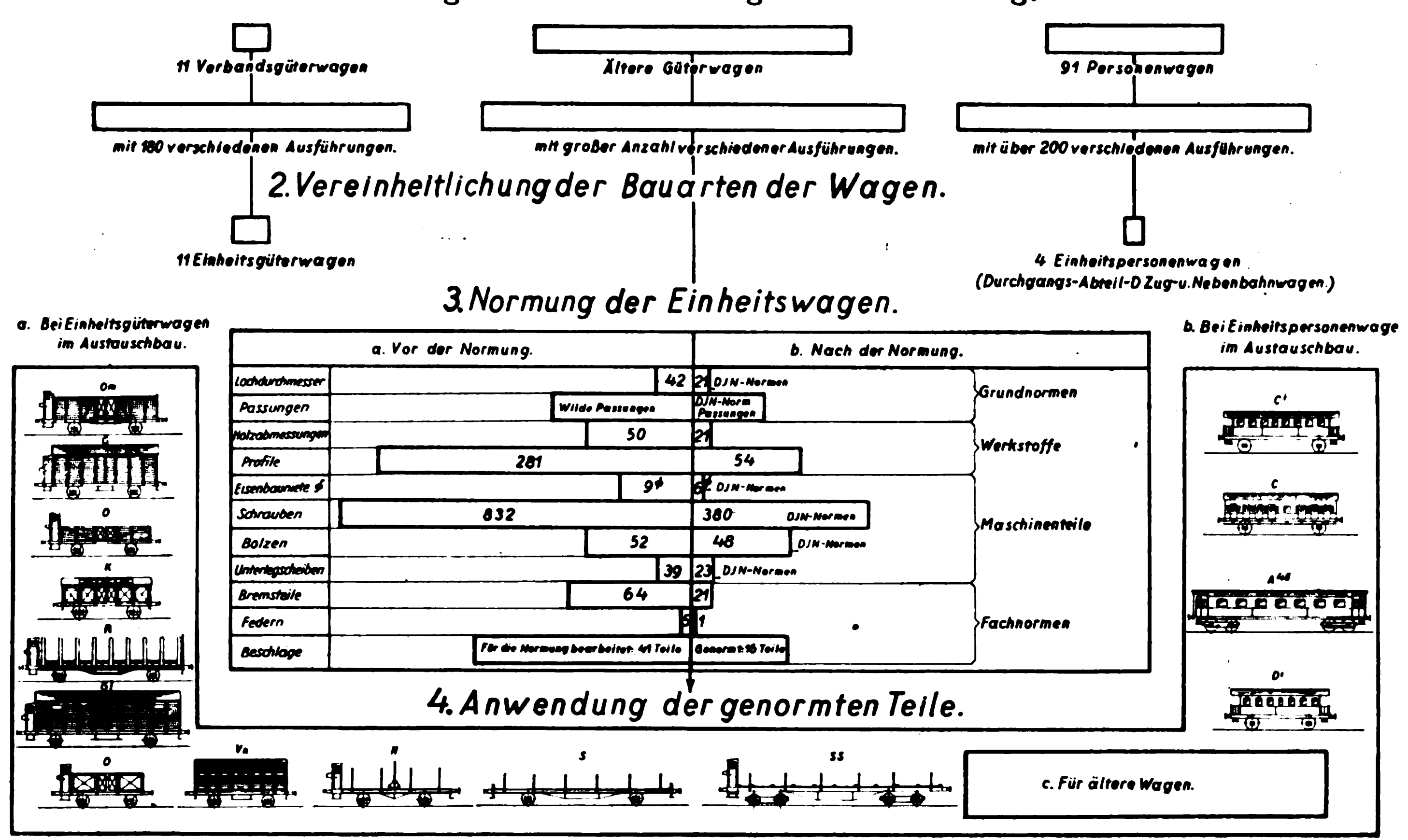



Abb 1. Entwicklung der Normung im Eisenbahnwagenbau.

Diese Einheitswagen sind bzw. werden nunmehr genormt Ziffer 3, Abb. 1 bringt für diese ausgedehnten Normungsarbeiten nur einige wenige Beispiele. Von diesen mögen hier nur zwei Normengebiete ausführlicher dargestellt werden, die Normung der Abmessungen der Formeisen und des Holzes.

### Formeisen.

Bisher sind für die Normung der Formeisen die W A N-Blätter 505 bis 510 erschienen. Sie haben die Genehmigung der Hauptverwaltung erhalten. Sie beziehen sich auf gleichschenklige und ungleichschenklige L-Eisen, auf T, I, ⊔ und Z-Eisen.

Während die deutschen Wagenbauanstalten im Jahre 1920 noch 48 und die preufsischen Eisenbahnwerkstätten noch 55 verschiedene Arten von gleichschenkligen Winkeleisen gebrauchten, sieht das W A N-Blatt 505 für den gesamten Wagenbau nur noch 42 Arten (siehe Übersicht Abb. 2) und für die Wagen der Reichsbahn nur noch zwölf Arten vor. Bei diesen erscheinen zur Vereinheitlichung der Lagerhaltung die Winkel nur noch mit einer Schenkeldicke.

| Formeisen | WAN | Anzahl | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | in den deutschen Wagenbauanstalten im Jahre 1920 gebraucht | für die preuß. Eisenbahnwerke in den Jahren 1918-20 beschafft | nach DJN Entwurf | nach WAN | für deutsche Reichsbahnwagen noch erforderlich |
| L | 505 | 48 | 55 | — | 42 | 12 |
| L | 506 | 87 | 74 | 80× | 49 | 13 |
| T | 507 | 56 | 18 | — | 13 | 6 |
| I | 508 | 30 | 11 | 46× | 4 | 3 |
| ⊔ | 509 | 54 | 32 | 82× | 19 | 15 |
| Z | 510 | 6 | 7 | 12× | 9 | 5 |

Abb. 2. Normung der Formeisen.

Für die ungleichschenkligen Winkel ergeben sich ebenfalls erhebliche Vereinheitlichungen. Die deutschen Wagenbauanstalten verwendeten im Jahre 1920 nicht weniger als 87 Arten mit verschiedenen Schenkellängen. In den preufsischen Eisenbahnwerkstätten wurden in dem gleichen Jahre 74 Arten gebraucht. Der N D I hat auf Grund der unumgänglich notwendigen Bedürfnisse aller Verbraucherkreise den Entwurf des D I N-Blattes 1029 mit 80 Arten aufgestellt. Diese Anzahl ist in WAN 506 für den gesamten Wagenbedarf auf 49 und für die Wagen der Reichsbahn auf nur noch 13 Arten eingeschränkt worden.

An T-Eisen kommen für die Reichsbahnwagen nur noch sechs Arten und für die I-Eisen nur noch drei Arten in

Holzabmessungen für Bretter[1]) und Bohlen[1]).
Frisch — unbearbeitet — einbaufertig.

WAN 524
Blatt 1

b unbearbeitet
a einbaufertig
c frisch
unbearbeitet u. frisch
einbaufertig

Abb. 3.

| Dicke mm einbaufertig | Dicke mm unbearbeitet u. frisch | | Breiten: a einbaufertig — b unbearbeitet — c frisch (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | | a | 75 | 85 | 95 | 104 | 114 | 122 | 132 | | | | | | | | | | | |
| | 11 | b | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | | | | | | | | | | | |
| | 11 | c | 85 | 95 | 105 | 115 | 125 | 135 | 145 | | | | | | | | | | | |
| 9 | | a | 75 | 85 | 95 | 104 | 114 | 122 | 132 | | | | | | | | | | | |
| | 12 | b | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | | | | | | | | | | | |
| | 12 | c | 85 | 95 | 105 | 115 | 125 | 135 | 145 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | a | 75 | 85 | 95 | 104 | 114 | 122 | 132 | | | | | | | | | | | |
| | 13 | b | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | | | | | | | | | | | |
| | 13 | c | 85 | 95 | 105 | 115 | 125 | 135 | 145 | | | | | | | | | | | |
| 12,5 | | a | 75 | 85 | 95 | 104 | 114 | 122 | 132 | **140** | 150 | | | | | | | | | |
| | 15 | b | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | **150** | 160 | | | | | | | | | |
| | 15 | c | 85 | 95 | 105 | 115 | 125 | 135 | 145 | 160 | 170 | | | | | | | | | |
| 14 | | a | 75 | 85 | 95 | 104 | 114 | 122 | 132 | 142 | 150 | | | | | | | | | |
| | 17 | b | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | | | | | | | | | |
| | 17 | c | 85 | 95 | 105 | 115 | 125 | 135 | 145 | 160 | 170 | | | | | | | | | |
| 16 | | a | 75 | 85 | 95 | 104 | **114** | 122 | 132 | 142 | 150 | | | | | | | | | |
| | 19 | b | 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 | 140 | 150 | 160 | | | | | | | | | |
| | 19 | c | 85 | 95 | 105 | 115 | 125 | 135 | 145 | 160 | 170 | | | | | | | | | |
| 18 | | a | 75 | 85 | 95 | 104 | 114 | 122 | 132 | 142 | 150 | | | | | | | | | |
| | 22 | b | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | | | | | | | | | |
| | 22 | c | 85 | 95 | 105 | 115 | 125 | 135 | 145 | 160 | 170 | | | | | | | | | |
| 20 | | a | 75 | 85 | **95** | 104 | 114 | 122 | **132** | 142 | **150** | 160 | 170 | 180 | 190 | | | | | |
| | 24 | b | 80 | 90 | **100** | 110 | 120 | 130 | **140** | 150 | **160** | 170 | 180 | 190 | 200 | | | | | |
| | 24 | c | 85 | 95 | 105 | 115 | 125 | 135 | 145 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | | | | | |
| 22 | | a | 75 | 85 | 95 | 104 | 114 | **122** | 132 | **142** | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | | | | | |
| | 26 | b | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | **130** | 140 | **150** | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | | | | | |
| | 26 | c | 85 | 95 | 105 | 115 | 125 | 135 | 145 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | | | | | |
| 25 | | a | 75 | 85 | **95** | 104 | 114 | 122 | 132 | 142 | 150 | **160** | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | | | |
| | 29 | b | 80 | 90 | **100** | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | **170** | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | | | |
| | 29 | c | 85 | 95 | 105 | 115 | 125 | 135 | 145 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | 230 | | | |
| 28 | | a | 75 | 85 | 95 | 104 | 114 | 122 | 132 | 142 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | | | |
| | 32 | b | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | | | |
| | 32 | c | 85 | 95 | 105 | 115 | 125 | 135 | 145 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | 230 | | | |
| (30) | | a | 75 | 85 | 95 | 104 | 114 | 122 | 132 | 142 | 150 | **160** | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | | | |
| | 34 | b | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | **170** | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | | | |
| | 34 | c | 85 | 95 | 105 | 115 | 125 | 135 | 145 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | 230 | | | |
| 32 | | a | 75 | 85 | 95 | 104 | 114 | 122 | 132 | 142 | 150 | 160 | 170 | **180** | 190 | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 |
| | 36 | b | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | **190** | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 |
| | 36 | c | 85 | 95 | 105 | 115 | 125 | 135 | 145 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 265 |

Fette Ziffern = Reichsbahngrößen.
[1]) Gültig für alle Nadelhölzer, ab 50 mm Dicke auch für Bohlen.
Die eingeklammerte Größe ist möglichst zu vermeiden.
Der Schwund für die Dicke der Hölzer ist zahlenmäßig erst von der unbearbeiteten Dicke 60 mm berücksichtigt; für die Dicken von 11 bis 55 mm kann die unbearbeitete Dicke um etwa 3 v. H. kleiner sein.

Frage, während an ⊔-Eisen noch 15 Arten und an Z-Eisen fünf Arten für die Reichsbahnwagen erforderlich sind.

Die WAN-Formeisen sollen für alle Erzeugnisse der Wagenbauindustrie, z. B. auf die Kleinbahn- und Straßenbahnwagen Verwendung finden. Die lediglich für die Reichsbahn erforderlichen Fristen sind auf den WAN-Blättern durch fetten Druck gekennzeichnet.

Die Auswahl für die Reichsbahnwagen ist dabei — wie auch bei allen anderen Normen — nach dem Gesichtspunkt getroffen, daß nicht die große Anzahl der im Betriebe befindlichen Wagen aller Bauarten, sondern nur die Wagen, die in absehbarer Zeit noch gebaut werden, das sind die Einheitsgüter- und die Einheitspersonenwagen, maßgebend sind. Diese Wagen sind in ihrer Bauart derart durchgearbeitet worden, daß Formeisen, die in anderen Industriezweigen keine Verwendung finden, nach Möglichkeit beseitigt worden sind.

Beim Bau neuer Wagen und bei der Ausbesserung alter Wagen dürfen nur noch die genormten Reichsbahnabmessungen benutzt werden.

Bei der Aufstellung der obigen Wanormen hat eine enge Zusammenarbeit mit dem Normenausschuß der deutschen Industrie, dessen Formeisennormen noch nicht völlig abgeschlossen sind, in der Art stattgefunden, daß der Eisenbahnwagenbau möglichst nur noch solche Abmessungen beibehalten hat, welche auch in anderen Industriezweigen (z. B. Schiffbau, Hoch- und Brückenbau) bevorzugte Verwendung finden.

Es möge hervorgehoben werden, daß soweit DIN-Blätter oder -Entwürfe für die Formeisen vorhanden sind, alle Wanormen in den Dinormen enthalten sind. Soweit DIN-Blätter noch nicht vorliegen, werden die Wanormen in die später noch aufzustellenden DIN-Blätter aufzunehmen sein.

## Holznormung.

In WAN 521 sind die für den Eisenbahnwagenbau erforderlichen Holzabmessungen für Bretter und Bohlen in lufttrockenem unbearbeiteten Zustande enthalten*).

Es lag jedoch das dringende Bedürfnis für ein Normenblatt vor, das außer den Abmessungen für die lufttrockenen unbearbeiteten Hölzer noch die einbaufertigen Maße und die Frischmaße enthalten muß. Der Entwurf hierfür ist in Abb. 3 und 4 dargestellt.

Die Angaben für die Abmessungen der Frischhölzer sind dabei zweckmäßig nur als Richtlinien aufzufassen, da die Zeit des Schnittes, die Dauer der Lagerung, die Beschaffenheit des Holzes und die Art der Beförderung nicht unwesentlich auf die Abmessungen einwirken.

Die für die Einheitsgüterwagen der Deutschen Reichsbahn erforderlichen Abmessungen sind als solche gekennzeichnet.

Die Fortschritte der Normungsarbeiten im Normenausschuß der Deutschen Industrie und im Allgemeinen Wagennormenausschuß ermöglichten die Einführung des Austauschbaues für den Eisenbahnwagenbau. Der Wunsch, die Ergebnisse dieser Normungsarbeiten beschleunigt für den Neubau und für die Ausbesserung von Reichsbahnwagen wirtschaftlich zu verwerten, führte zu der bevorzugten Durcharbeitung der Einheitswagen (siehe Abb. 1, Ziffer 4). Die Eisenbahn forderte dabei, daß

*) Vergleiche Sonderausgabe der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure über Eisenbahnwesen, die eisenbahntechnische Tagung 1924, Seite 310.

alle Teile, die im Betrieb einer stärkeren Abnutzung unterliegen und daher in den Werkstätten häufiger ausgewechselt werden müssen, in ihrer Bauform vereinheitlicht und unabhängig von Herstellungsort unbedingt austauschbar sind. Der Neubau wird darüber hinaus seine Ansprüche an den Austauschbau erweitern. Es werden hierbei alle Bauteile, die aus wirtschaftlichen Gründen in Massenfertigung auf Vorrat zu bauen sind, austauschbar hergestellt werden.

**Austauschbauzeichnungen.**

Zur einwandfreien Herstellung der Austauschbauwagen und ihrer Einzelteile sind Zeichnungen erforderlich, die den Anforderungen des Austauschbaues voll entsprechen. Es möge dieses für die Herstellung wie für die Ausbesserung wichtige Gebiet hier eingehend behandelt werden.

Die bisherigen Musterzeichnungen der Eisenbahnwagen sind im wesentlichen Zusammenstellungsblätter, die für die Herstellung der Wagen nicht unmittelbar benutzt werden können. Jeder Hersteller mufs sich nach den Musterzeichnungen Werkzeichnungen mit allen für die Fertigung erforderlichen Angaben machen lassen. Hierdurch wird eine unwirtschaftliche Zeichenarbeit verursacht. Es tritt aber vor allem der Mangel ein, dafs die Einzelzeichnungen und damit die Einzelteile der Wagen nicht einheitlich sind. Es müssen an einer Stelle aufser den Zusammenstellungszeichnungen auch die Einzelzeichnungen herausgegeben werden. Die Einzelzeichnungen müssen alle für die Herstellung erforderlichen Angaben enthalten. Der Austauschbau stellt hierbei seine besonderen Anforderungen.

So müssen die Nennmafse dort, wo die Herstellung und Ausbesserung es notwendig macht, Abmafse erhalten. Die so gewonnenen Austauschmafse müssen von festgelegten Bezugskanten und Bezugslöchern ausgehend eingetragen werden. Ferner mufs die gesamte Mafseintragung so erfolgen, dafs der Austauschbau durch Herstellungsungenauigkeiten einzelner Teile oder durch Toleranzen der Formeisen möglichst nicht beeinträchtigt wird.

Nach diesen Gesichtspunkten werden nunmehr vom Eisenbahn-Zentralamt unter Mitwirkung des allgemeinen Wagennormenausschusses für alle Austauschbauwagen Zeichnungen aufgestellt.

Jedes Stück des Wagens — mit Ausnahme der vom N. D. I. genormten Teile, z. B. wie Schrauben und Niete — wird auf einer Einzelzeichnung dargestellt. Die Nebenteile

**Holzabmessungen für Bretter[1]) und Bohlen[1]).**
**Frisch — unbearbeitet — einbaufertig.**

**WAN 534**
**Blatt 2**

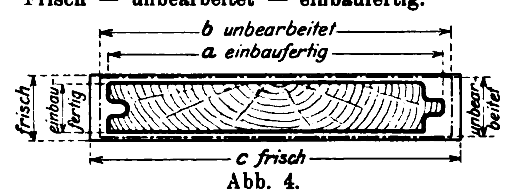



Abb. 4.

| Dicke mm einbaufertig | unbearbeitet lufttrocken | frisch | | a / b / c Breiten: einbaufertig — unbearbeitet — frisch mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 36 | | | a | 95 | 104 | 114 | 122 | 132 | 142 | 150 | **160** | 170 | 180 | **190** | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | **270** | |
| | 40 | | b | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | **170** | 180 | 190 | **200** | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 260 | **280** | |
| | | 40 | c | 105 | 115 | 125 | 135 | 145 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 265 | 275 | 295 | |
| 40 | | | a | 95 | 104 | 114 | **120** | 132 | 142 | **150** | **160** | 170 | 180 | 190 | **200** | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 270 | |
| | 45 | | b | 100 | 110 | 120 | **130** | 140 | 150 | **160** | **170** | 180 | 190 | 200 | **210** | 220 | 230 | 240 | 250 | 260 | 280 | |
| | | 45 | c | 105 | 115 | 125 | 135 | 145 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 265 | 275 | 295 | |
| 45 | | | a | 95 | 104 | 114 | 122 | 132 | 142 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 270 | |
| | 50 | | b | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 260 | 280 | |
| | | 50 | c | 105 | 115 | 125 | 135 | 145 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 265 | 275 | 295 | |
| 50 | | | a | — | 104 | 114 | 122 | 132 | 142 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | **270** | **310** |
| | 55 | | b | — | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 260 | **280** | **320** |
| | | 55 | c | -- | 115 | 125 | 135 | 145 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 265 | 275 | 295 | 335 |
| 56 | | | a | — | 104 | 114 | 122 | 132 | 142 | 150 | 160 | 170 | **180** | 190 | **200** | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 270 | |
| | 60 | | b | — | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | **190** | 200 | **210** | 220 | 230 | 240 | 250 | 260 | 280 | |
| | | 62 | c | — | 115 | 125 | 135 | 145 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 365 | 275 | 295 | |
| 64 | | | a | — | — | — | — | — | 142 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | **200** | 210 | 220 | 230 | 240 | **250** | 270 | |
| | 68 | | b | — | — | — | — | — | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | **210** | 220 | 230 | 240 | 250 | **280** | 280 | |
| | | 70 | c | — | — | — | — | — | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 265 | 275 | 295 | |
| 72 | | | a | — | — | — | — | — | — | 150 | — | 170 | — | 190 | — | 210 | — | 230 | | | | |
| | 75[2]) | | b | — | — | — | — | — | — | 160 | — | 180 | — | 200 | — | 220 | — | 240 | | | | |
| | | 78 | c | — | — | — | — | — | — | 170 | — | 190 | — | 210 | — | 230 | — | 250 | | | | |
| 80 | | | a | — | — | — | — | — | — | 150 | — | 170 | — | 190 | — | 210 | — | 230 | | | | |
| | 85 | | b | — | — | — | — | — | — | 160 | — | 180 | — | 200 | — | 220 | — | 240 | | | | |
| | | 88 | c | — | — | — | — | — | — | 170 | — | 190 | — | 210 | — | 230 | — | 250 | | | | |
| 90 | | | a | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 190 | — | 210 | — | 230 | | | | |
| | 95 | | b | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 200 | — | 220 | — | 240 | | | | |
| | | 98 | c | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 210 | — | 230 | — | 250 | | | | |
| 100 | | | a | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 190 | — | 210 | — | 230 | | | | |
| | 105 | | b | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 200 | — | 220 | — | 240 | | | | |
| | | 108 | c | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 210 | — | 230 | — | 250 | | | | |
| 112 | | | a | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 190 | — | 210 | — | 230 | | | | |
| | 118 | | b | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 200 | — | 220 | — | 240 | | | | |
| | | 120 | c | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 210 | — | 230 | — | 250 | | | | |
| 135 | | | a | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 190 | — | 210 | — | 230 | | | | |
| | 132 | | b | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 200 | — | 220 | — | 240 | | | | |
| | | 135 | c | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 210 | — | 230 | — | 250 | | | | |
| 140 | | | a | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 190 | — | 210 | — | 230 | | | | |
| | 146 | | b | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 200 | — | 220 | — | 240 | | | | |
| | | 150 | c | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 210 | — | 230 | — | 250 | | | | |
| (150) | | | a | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 190 | **200** | 210 | — | 230 | | | | |
| | 156 | | b | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 200 | **210** | 220 | — | 240 | | | | |
| | | 160 | c | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 210 | 220 | 230 | — | 250 | | | | |

Fette Ziffern = Reichsbahngröfsen.

1) Gültig für alle Nadelhölzer, ab 50 mm Dicke auch für Bohlen.

2) Bei gutgepflegten Hölzern ist hierfür auch noch beiderseitige Bearbeitung möglich.

Die eingeklammerte Gröfse ist möglichst zu vermeiden.

Der Schwund für die Dicke der Hölzer ist zahlenmäfsig erst von der unbearbeiteten Dicke 60 mm berücksichtigt; für die Dicken von 11 bis 55 mm kann die unbearbeitete Dicke um etwa 3 v. H. kleiner sein.

erhalten eine Nebenteilzeichnung, z. B. Zeichnung 02.007 · $\frac{01}{02}$ Achslagerhälfte (Abb. 5).

Die Hauptteile des Wagens oder die zusammengesetzten Einzelteile erhalten eine Hauptteilzeichnung, z. B. Zeichnung 02.007 Achshalter (Abb. 6).

Die Gruppenzeichnungen, z. B. Zeichnung 02, Laufwerk, geben den Zusammenhang der Einzelteile, Rad, Achsbüchse, Achshalter, Federbock, Feder und die Gesamtzeichnung, z. B. Zeichnung 01, den ganzen Wagen darstellend, den der Gruppen an (Abb. 7 und 8).

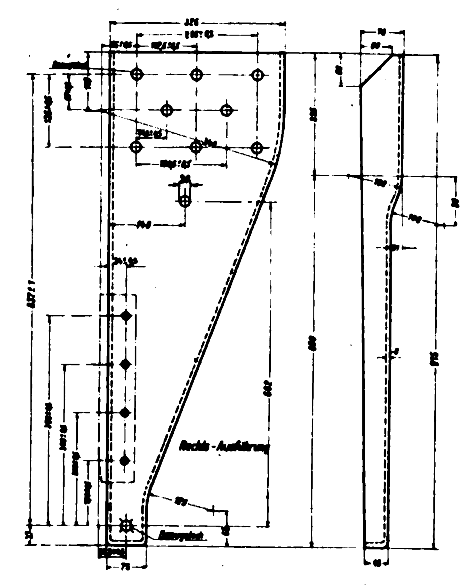


Abb. 5. Austauschbau; Achsgabelhälfte. (Gruppe 02.007 . $\frac{01}{02}$)

Nebenteil- und Hauptteilzeichnung enthalten alle für die Fertigung erforderlichen Einzelmafse, Bearbeitungs- und Werkstoffangaben. Die Normteile, wie Niete, Schrauben, sind in der Stückliste angegeben. Die Gruppenzeichnung und die Gesamtzeichnung enthalten nur die Mafse, die für die Zusammensetzung der Hauptteile und Gruppen von Belang sind. Die Gesamtzeichnung vermeidet daher die zahlreichen Mafse, die die Musterblätter bisher zu stark belasteten. Sie enthält aber alle Hauptabmessungen und alle Angaben, die die Bauart des Wagens bestimmen.

Die Eintragung der Mafse erfordert eine gewisse Schulung der mit dieser Aufgabe betrauten Kräfte. Der Konstrukteur hat sich eingehender als bisher mit der Art der Ausführung in der Werkstatt zu beschäftigen. Es bedarf einer eingehenden Überlegung über das Nennmafs selbst, über den Zusammenhang mit anschliessenden Teilen und über die Wirkung der zuzulassenden Arbeitsungenauigkeit auf das Teil und den Zusammenbau. Diese Überlegungen sind nunmehr aber nur einmal von einer zentralen Stelle anzustellen.

Die Vorteile der Austauschbauzeichnungen werden mit einer Vermehrung der Blätter gegenüber den alten Musterzeichnungen erkauft. Vergleicht man aber den durch die Austauschbauzeichnungen entstehenden Papierbedarf und zwar mit dem Bedarf der Werke, die sich bisher ihre Werkzeichnungen herstellten, so zeigt sich eine erhebliche Ersparnis an Papier. Die Waggonfabrik Breslau erreicht z. B. den ganzen Bedarf bei den Om-Wagen (offenen Güterwagen für 20 t Ladegewicht) für Musterblätter und Werkzeichnungen mit 178,7 qm, für Austauschblätter mit 62,4 qm.

Die Benennung der Zeichnungen erfolgt nach WAN 1, »Einheitliche Benennung der Wagenteile«, die die bisher vielfach unterschiedlichen Bezeichnungen des gleichen Wagenteiles für den deutschen Wagenbau beseitigt hat. Die Nummerung der Zeichnungen erfolgt nach der WAN 2, Teilheft für Wagen. Da die Zeichnungsnummer gleichzeitig auch für die Nummern der Teile der Wagen, ihrer Gufsstücke, der Modelle und der zugehörigen Herstellungsvorrichtungen gelten sollen, hat die WAN 2 für das Werkstättenwesen erhebliche Bedeutung. Es sei besonders darauf hingewiesen, dafs die Bewirtschaftung der Ersatzteile auf Grund der Nummern der WAN 2 erfolgen wird.

Wie bereits vorstehend für die Aufstellung der Austauschbauzeichnungen ausgeführt wurde, sind Gruppen-, Hauptteil- und Nebenteilnummern vorgesehen.

Nachstehende Übersicht enthält die Gruppeneinteilung für Eisenbahnfahrzeuge und Ersatzstücke.

Gruppeneinteilung für Eisenbahnfahrzeuge.

| Gegenstand der Gruppe | G. Nr. |
|---|---|
| **1. Allgemeines für Lokomotiven und Wagen.** | |
| Gesamtanordnung | 01 |
| Laufwerk | 02 |
| Untergestell | 03 |
| Drehgestell | 04 |
| Zugvorrichtung | 05 |
| Stofsvorrichtung | 06 |
| Achsbremsgestänge und Handbremse | 07 |
| Luftsauge- und Reibungsbremse | 08 |
| Luftdruckbremse | 09 |
| Tritte, Griffe, Signalstützen und Schilder | 10 |
| Anstrich und Anschriften | 11 |
| Zubehörteile | 12 |
| Für Erweiterung | 13—19 |
| **2. Personen- und Güterwagen, Triebwagen (wagenbaulicher Teil).** | |
| Kastengerippe | 20 |
| Kastenbekleidung, Wände und Fufsböden | 21 |
| Türen ausschl. Fenster | 22 |
| Fenster, Klappen u. Lüfter | 23 |
| Bremserhaus, Bühne und Übergangseinrichtung | 24 |
| Innenausrüstung (Wand- und Deckenbekleidung, Sitze und Gepäcknetze) | 25 |
| Gasbeleuchtung | 26 |
| Elektrische Beleuchtung und Beleuchtung besonderer Art | 27 |
| Dampf-Warmwasserheizung | 28 |
| Heizung besonderer Art | 29 |
| Abort, Wasserleitung und Wascheinrichtung | 30 |
| Maschinelle Ausstattung | 31 |
| Für Erweiterung | 32—39 |
| **3. Dampflokomotiven.** | |
| Kessel und Rauchkammer | 40 |
| Grobausrüstung | 41 |
| Feinausrüstung | 42 |
| Überhitzer | 43 |
| Zylinder | 44 |
| Triebwerk | 45 |
| Steuerung | 46 |
| Führerhaus | 47 |
| Züge, Rohre, Handstangen | 48 |
| Wasser- u. Kohlenkasten | 49 |
| Vorwärmer und Speisewasserreiniger | 50 |
| Sondereinrichtungen | 51 |
| Aschkasten u. Bekleidung | 52 |
| Sand-, Werkzeug- und Kleiderkasten | 53 |
| Für Erweiterung | 54—59 |
| **4. Elektrische Lokomotiven und Triebwagen (elektrischer Teil).** | |
| Stromabnehmer | 60 |
| Ölschalter | 61 |
| Leistungstransformator | 62 |
| Hilfstransformatoren | 63 |
| Hochspannungsapparat | 64 |
| Steuerung | 65 |
| Fahrmotor | 66 |
| Motorluftpumpe u. Druckregler | 67 |
| Motorlüfter | 68 |
| Mefsinstrumente | 69 |
| Heizkörper | 70 |
| Beleuchtung | 71 |
| Akkumulator | 72 |
| Motorölpumpe | 73 |
| Elektrische Kupplungen | 74 |
| Sicherheitsvorrichtungen | 75 |
| Für Erweiterung | 76—79 |
| **5. Diesellokomotiven.** | |
| Motor | 80 |
| Motorzubehör | 81 |
| Getriebe | 82 |
| Rohre, Ventile | 83 |
| Kühlanlage | 84 |
| Hilfsmaschinen, Kühlwasserpumpe, Exhauster, Kompressor | 85 |
| Für Erweiterung | 86—89 |
| **6. Turbinenlokomotiven.** | |
| Für Erweiterung | 90—99 |

Die Gruppennummern sind stets zweistellig. Die Nummern 1 bis 19 enthalten „Allgemeines für Lokomotiven und Wagen“, die Nummern 20 bis 39 betreffen lediglich den Wagenbau — Personen-, Güter- und Triebwagen (wagenbaulicher Teil) —. Für Dampflokomotiven, elektrische Lokomotiven und Triebwagen (elektrischer Teil), Diesel- und Turbinenlokomotiven sind die nachfolgenden Gruppennummern vorgesehen.

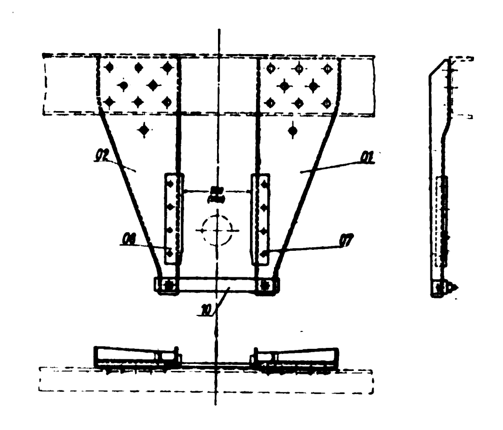


Abb. 6. Austauschbau; Achshalter. (Gruppe 02.007).

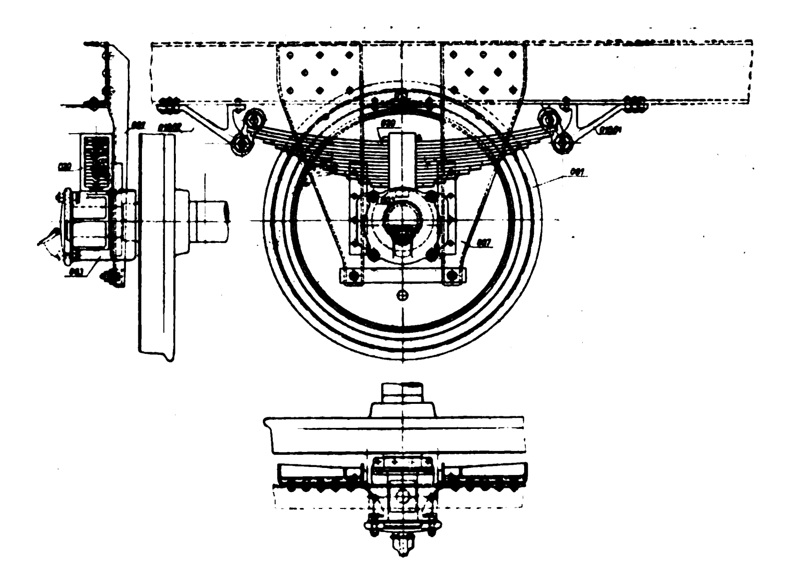
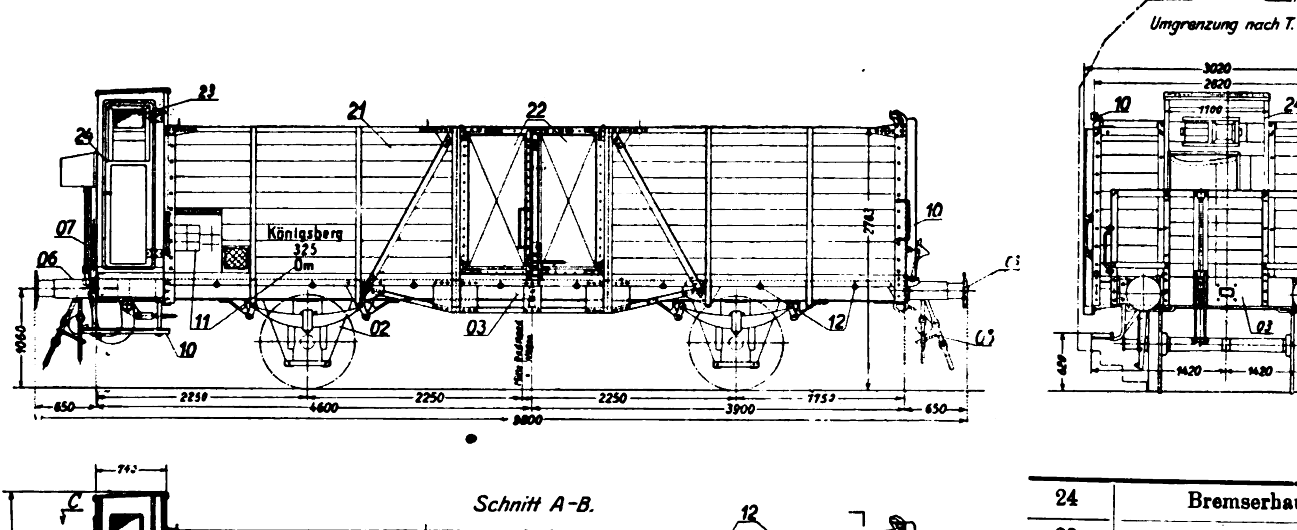
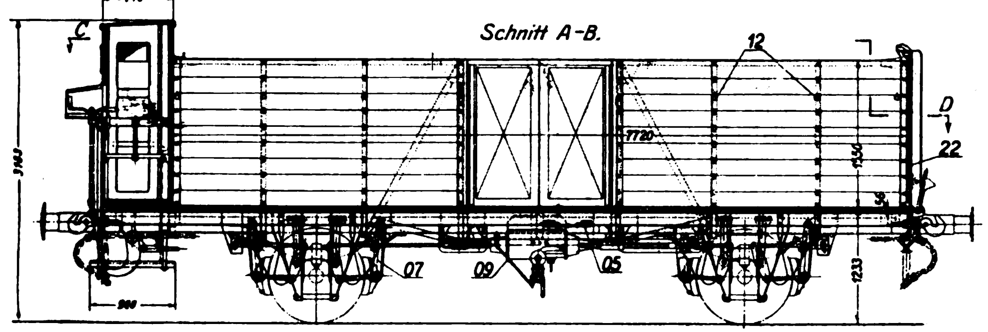


Abb. 7. Austauschbau; Laufwerk. (Gruppe 02).




Schnitt C-D.

| Teilheft- oder Lager-Nr. | Benennung und Bemerkung |
|---|---|
| 24 | Bremserhaus, Bühne |
| 23 | Fenster |
| 22 | Türen und Kopfklappen |
| 21 | Kastenbekleidung, -Wände und Fufsboden |
| 12 | Zubehörstücke und -Teile |
| 11 | Anstrich und Anschriften |
| 10 | Tritte, Griffe und Signalstützen |
| 09 | Luftdruckbremse |
| 07 | Achsbremsgestänge und Handbremse |
| 06 | Stofsvorrichtung |
| 05 | Zugvorrichtung |
| 03 | Untergestell |
| 02 | Laufwerk |

Abb. 8. Austauschbau. Offener Güterwagen für 20000 kg Ladegewicht (Gruppe 01).

Die Hauptteilnummern sind dreistellig gewählt worden. Man würde auch hier mit zwei Stellen ausgekommen sein. Um aber bereits durch die Hauptteilnummern die Art des Fahrzeuges (Wagen, Dampflokomotiven usw.) bei der Bezeichnung der Ersatzstücke angeben zu können, wurde die Voransetzung einer entsprechenden Zahl erforderlich.

Gewählt ist

001—100 für Wagen
101—300 „ Dampflokomotiven
301—400 „ Tender
401—600 „ elektrische Lokomotiven
601—800 „ Triebwagen
801—900 „ Diesellokomotiven
901—999 „ Turbinenlokomotiven

Die Hauptteilnummern für Wagen beginnen also mit einer 0.

Müssen die Hauptteile unterteilt werden, so sind Nebenteilnummern anzugeben. Diese erhalten stets zwei Stellen. Alle Wagenteile, die den gleichen Verwendungszweck haben, erhalten — unabhängig von ihrer Bauart — die gleiche Teilheftnummer. Ein Achslagerdeckel, wie er auch geformt sein mag, hat stets die Nummer 02.002.02. Will man die Bauart des Teiles kennzeichnen, so ist der Teilheftnummer das Gattungszeichen des Wagens voranzusetzen. Gibt dieses Gattungszeichen über die Bauart keine genügende Klarheit, so wird dem Gattungszeichen eine Bauartzahl vorangesetzt, z. B. 1 G = zweiachsiger gedeckter Güterwagen mit 15 t Ladegewicht mit Handbremse, 2 G = wie vor mit Luftdruckbremse. Die Bauartzahl wird, um Verwechslungen mit Zahlen der Teilzahlnummer zu vermeiden, zweckmäfsig dem Gattungszeichen vorangesetzt. Bauartunterschiede der Einzelteile müssen durch Zusatz der Sortennummer gekennzeichnet werden.

Bei den Fahrzeugteilen, die an allen oder an mehreren Gattungen von Wagen in derselben Ausführung vorkommen, sind entsprechende Angaben im Schriftfeld der Zeichnung unter „Wagengattung“ zu machen. Teile, die für alle Austauschbau-Personenwagen gelten, werden mit A-Pers., solche für alle Austauschbau-Güterwagen mit A-Güt. im Schriftfeld bezeichnet.

Alle vom N D I genormten Teile, wie Niete, Schrauben usw., erhalten keine Teilheftnummern, sie werden nach der Dinorm bezeichnet.

Erst mit Hilfe der Austauschbauzeichnungen ist die Möglichkeit gegeben, die bisherigen Ergebnisse der Normung und den Austauschbau beim Wagenneubau und bei der Ausbesserung der Wagen einzuführen. Für den Neubau werden bzw. sind solche Zeichnungen bereits für alle die Einheitswagen aufgestellt, die noch im laufenden Jahre als Austauschbauwagen hergestellt werden sollen. Das sind aufser dem Om, dem offenen Kohlenwagen für 20 t Ladegewicht, von dem bereits etwa 180 Austauschbauwagen im Betrieb sind,

der G-Wagen, das ist der gedeckte Güterwagen für 15 t Ladegewicht,
der R-Wagen, der Rungenwagen für 15 t Ladegewicht,
der H-Wagen, der Holzwagen für 18 t Ladegewicht,
der K-Wagen, der Kalkwagen für 15 t Ladegewicht,
der Vn-Wagen, der doppelbödige Viehwagen für 15 t Ladegewicht,
der Gl-Wagen, der grofsräumige, bedeckte Güterwagen für 15 t Ladegewicht.

Von den Personenwagen sind die Einheits-Durchgangs- und Abteilwagen 4. Klasse in Bearbeitung.

Die anderen Einheitswagen werden anschliefsend durchgearbeitet werden.

Durch die Austauschbauzeichnungen haben die Eisenbahnwerkstätten Kenntnis von den genormten Neubauformen. Sie ersehen auch aus den Zeichnungen, für welche Gattungen der Einheitswagen die einzelnen Austauschteile Verwendung finden können. Es ist ferner festgestellt, für welche Gattungen der älteren Wagen die Austauschbauteile — entweder mit oder ohne Bohrlöcher — gebraucht werden können.

Der Weg zur Einführung der genormten Teile bei der Ausbesserung der Wagen ist also nunmehr offen. Die Eisenbahnwerkstätten werden jetzt bei der Selbstanfertigung von Ersatzstücken zu prüfen haben, inwieweit noch von den Austauschbaublättern abweichende Formen herzustellen sind. Bei der Beschaffung von Ersatzstücken wird die Austauschbauform als Regelbauart zur Einführung kommen. Abweichende Formen werden nur noch nach besonderer Begründung zu berücksichtigen sein.

Der Austauschbau wird daher nunmehr bei den Eisenbahnwerkstätten für die Ausbesserung der grofsen Anzahl der vorhandenen Wagen Eingang finden.

---

## Die Ermittlung der Selbstkosten in den Eisenbahn-Ausbesserungswerken.

Von Ober-Regierungsbaurat a. D. **Lüders** in Berlin-Grunewald.

In dem Aufsatz sind die Grundsätze niedergelegt, die in dem vom Verfasser geleiteten Eisenbahnausbesserungswerk Berlin-Grunewald bei der Ausarbeitung und Durchführung dieses Teiles der betriebswirtschaftlichen Vollabrechnung mafsgebend gewesen sind. Die Ausführungen geben demnach lediglich die Ansicht des Verfassers über diesen Teil der Vollabrechnung wieder.

### A. Zweck und Begriff.

Bei der Umstellung der Wirtschaftsführung der Eisenbahnverwaltung im Jahre 1895 ist das Werkstättenwesen, das bis zu dieser Zeit ein seiner Eigenart entsprechendes Abrechnungsverfahren gehabt hat, in den Haushalt der Betriebsverwaltung der Eisenbahn miteinbezogen worden, wodurch zwar eine gewisse Einheitlichkeit in der Gesamtwirtschaftsführung erzielt, die bis dahin vorhandene Selbständigkeit der Werke — damals Hauptwerkstätten genannt — jedoch mehr oder weniger aufgehoben worden ist. Die seit dem Jahre 1895 geltende kameralistische Titelabrechnung beschränkt sich im wesentlichen auf die Gliederung der Einnahmen und Ausgaben.

Eine einwandfreie Betriebsabrechnung mufs eine bis ins einzelne gehende Stellungnahme zum Gegenstandswert ermöglichen und den Verbleib der in die Fertigung überführten Werte durch zwangläufige und sich selbst nachprüfende Aufschreibungen nachweisen.

Diese Feststellungen werden durch die betriebswirtschaftliche Vollabrechnung ermöglicht. Sie umfafst das gesamte Abrechnungsverfahren eines Eisenbahnwerkes, d. h. das Lohn- und Materialwesen*), die Sammlung, Verteilung und Verrechnung der Werkkosten, die Auftragsabrechnung, das Buchungswesen und die technische Nachprüfung und liefert die Unterlagen für eine genaue Betriebsabrechnung über die Erzeugnisse des Werkes und für die Aufstellung von Bilanzen (Eröffnungsbilanz, Zwischenbilanz und Schlufsbilanz).

Ein Teil der betriebswirtschaftlichen Vollabrechnung — die Ermittlung der Selbstkosten — wird im folgenden behandelt werden, während der zweite Teil der betriebswirtschaftlichen Vollabrechnung — die Verwertung der Selbstkosten — einem besonderen Aufsatz vorbehalten bleibt.

### B. Die Gliederung der Selbstkosten.

Die Selbstkosten sind die Kosten, die dem Werk durch Herstellung eines Gegenstandes oder durch Ausführung einer Arbeit entstehen; sie setzen sich zusammen aus den Herstellungskosten und dem Sicherungszuschlag.

Der Sicherungszuschlag dient zur Schaffung von Rücklagen für die Verbesserung der Betriebsmittel des Werkes und für sonstige Ausnahmefälle, die durch die laufende Betriebsabrechnung nicht gedeckt werden können; der Sicherungszuschlag wird bei Arbeiten für andere Stellen der deutschen Reichsbahngesellschaft — bei Abgabe von Lagervorräten und bei Abordnung von Bediensteten bis zu 14 Tagen kommt der Zuschlag nicht in Frage — und für Dritte berechnet, nicht aber bei Arbeiten für das eigene Werk.

*) Zum Material rechnen die Stoffe, Neu- und Altstoffe, die Ersatzstücke, die Werkzeuge und Geräte, kurz alle Lagervorräte, die für die Fertigung und im Werkbetriebe verwendet werden.



Die Herstellungskosten werden nach 1. Kostenarten (was für Kosten entstehen), 2. Kostenstellen (wo die Kosten entstehen) und 3. Kostenträgern (wer die Kosten trägt) zergliedert.

**1.** Die Kostenarten werden in Gruppen zusammengefafst und zwar in

1. unmittelbare oder Fertigungskosten, die sich an jeder Kostenstelle für einen Kostenträger, einen Auftrag, als Einzelkosten getrennt nachweisen lassen; sie zerfallen in folgende Grundkostenarten: *1.* Fertigungslöhne, *2.* Fertigungsmaterial und *3.* Fertigungssonderkosten;

2. mittelbare oder Werkkosten, das sind die Kosten, die neben den Fertigungskosten als Gemeinkosten auftreten, demnach durch einen Auftrag nur mittelbar bedingt sind oder nicht für ihn gesondert nachgewiesen werden können; sie zerfallen in Betriebskosten, Allgemeinkosten und Lagerkosten und werden in Form von Werkkostenzuschlägen anteilig auf den Auftrag, den Kostenträger, verteilt.

Die Betriebskosten sind die Kosten, die bei der Fertigung entstehen und mehrere Aufträge zugleich belasten, jedoch nicht für den Auftrag, den Kostenträger, gesondert erfafst werden können, z. B. die Kosten für die Förderung, Heizung, Beleuchtung, Kraftstrom, Gehälter, Hilfslöhne und Hilfsmaterial, die Verzinsung und die Abschreibungen an den Betriebsanlagen usw.

Die Allgemeinkosten sind die Kosten, die für die Verwaltung des Werkes entstehen, z. B. die anteiligen Kosten der Hauptverwaltung, der Reichsbahndirektion und des Eisenbahn-Zentralamtes, ferner die Kosten der Werkleitung, der Technischen Abteilung, der Verwaltungsabteilung, die Kosten für die Wohlfahrtseinrichtungen, die Verzinsung und die Abschreibungen an den Betriebsanlagen dieser Stellen, die Verzinsung des umlaufenden Vermögens usw.

Die Lagerkosten sind die Kosten, die bei dem Empfang, bei der Abnahme und Lagerung, sowie bei der Abgabe von Lagervorräten entstehen, z. B. die Kosten für die Entladung, Prüfung und Abnahme, Lagerung der Lagervorräte, Beleuchtung und Heizung der Lagerräume, Gehälter und Hilfslöhne, Verzinsung und Abschreibungen an den Anlagen der Lagerverwaltung usw.

Die mittelbaren oder Werkkosten setzen sich aus folgenden Grundkostenarten zusammen, die sowohl bei den Betriebs-, wie bei den Allgemein- und Lagerkosten entstehen können:

*1.* dem Hilfslohne,
*2.* dem Hilfsmaterial,
*3.* den Personalkosten,
*4.* den Personalversicherungskosten,
*5.* den feststehenden Sachkosten,
*6.* den nicht feststehenden Sachkosten,
*7.* der Rückgewinnung an Hilfsstoffen und sonstigen Einnahmen, die die Kosten zu Punkt *1* bis *6* verringern.

Zu 1. unmittelbare oder Fertigungskosten.

*1.* Der Fertigungslohn ist aus den für den einzelnen Kostenträger, den Auftrag, ausgestellten, mit einer entsprechenden Auftragsnummer (s. Abschnitt C) versehenen Lohnzetteln zu ermitteln.

*2.* Das Fertigungsmaterial ist das Material — die Lagervorräte —, das unmittelbar für die Fertigung verwandt wird; hierbei ist die Rücklieferung abzusetzen.

*3.* Die Fertigungssonderkosten umfassen die Kosten, die als Einzelkosten von einem Auftrag (Kostenträger) zu tragen sind und nicht unter Fertigungslohn oder Fertigungsmaterial verrechnet werden können.

Zu 2. mittelbare oder Werkkosten.

*1.* Der Hilfslohn ergibt sich aus den Lohnzetteln, die keine Auftragsnummer enthalten, die demnach Hilfslohn aufweisen.

*2.* Das Hilfsmaterial ist aus den Verlangzetteln zu ermitteln, die keine Auftragsnummer enthalten, die demnach Hilfsmaterial ausweisen; hierbei ist die Rücklieferung abzusetzen.

*3.* Die Personalkosten scheiden sich in
a) Gehälter der Beamten und Angestellten,
b) Reisekosten der Beamten und Angestellten,
c) andere Nebenbezüge der Beamten, Angestellten und Arbeiter,
d) Unterstützungen,
e) sonstige persönliche Kosten.

*4.* Die Personal-Versicherungskosten enthalten den Anteil des Werkes, der für die Arbeiter- und Angestellten- (Kranken-, Pensions-, Unfall- usw.) Versicherungen zu entrichten ist.

*5.* Die feststehenden Sachkosten scheiden sich in
a) Steuern und öffentliche Abgaben,
b) Sach- (Einbruch-, Diebstahl-, Feuer-) Versicherungen,
c) Abschreibungen der Betriebsanlagen des Werkes,
d) anteilige Kosten der Reichsbahndirektion, des Eisenbahn-Zentralamtes und der Hauptverwaltung,
e) Verzinsung des Werkkapitals.

*6.* Zu den nicht feststehenden Sachkosten gehören
a) Bezug von Gas, Wasser, Dampf, elektrischem Strom aus eigenen und fremden Werken,
b) Porto- und Fernsprechgebühren,
c) Instandhaltung der Betriebsanlagen des Werkes,
d) kleinere Versuche zu Lasten des Werkes,
e) Nach- und Ausschufsarbeiten zu Lasten des Werkes.

**2.** Kostenstellen sind die für die Sammlung und Verrechnung der Kosten eines Werkes gebildeten Stellen. Sie zerfallen in Haupt- und Vorkostenstellen.

1. Die Hauptkostenstellen werden eingeteilt:

| | Kostenstellennummern |
|---|---|
| 1. in Fertigungs- oder Betriebskostenstellen, das sind die Kostenstellen, in denen Fertigungsarbeiten ausgeführt werden, z. B. Schmiede, Lokomotiv- und Wagenrichthallen usw. | 001 bis 299 |
| 2. in Allgemeinkostenstellen, das sind die Stellen, in denen die Allgemeinkosten entstehen, z. B. die Kosten der Werkleitung, der Technischen und Verwaltungsabteilung usw. | 300 bis 349 |
| 3. in Lagerkostenstellen, in denen die Lagerkosten entstehen . . . . . | 350 bis 399 |

2. Die Vorkostenstellen sind die zur Erfassung und Verrechnung von besonderen Ausgaben gebildeten Kostenstellen, deren Kosten nach besonderen Schlüsseln je nach ihrer Art in einer oder mehreren Umlegungen auf die Hauptkostenstellen übergehen; sie werden unterteilt:

| | Kostenstellennummern |
|---|---|
| 1. in Verwaltungskostenstellen, das sind die Kostenstellen, die anteilig für mehrere andere Kostenstellen arbeiten, z. B. Arbeitsvorbereitung, Meisterbüros usw. . . . . . . | 400 bis 699 |
| 2. in Gebäudekostenstellen, die sämtliche Gebäude und bauliche Anlagen des Werkes umfassen, z. B. Verwaltungsgebäude, Drehereigebäude usw. | 700 bis 799 |
| 3. in Hilfskostenstellen, die die Kosten für besondere Betriebseinrichtungen aufnehmen, z. B. für den Rangier-, Kraftstrom-, Dampfbetrieb usw. | 800 bis 899 |
| 4. in Nebenkostenstellen, die die gemeinsamen Kosten des Werkes umfassen und nicht bereits unter anderen Punkten erfafst sind, z. B. Urlaubslöhne, Kosten der Freifahrt, Kosten des Ortsbeamten- und Betriebsrates usw. | 900 bis 999 |

Für jede Kostenstelle ist eine dreistellige Zahl festgesetzt, die als erste Ziffer die Gruppe der Kostenstelle, z. B.
0 die Betriebskostenstellen der Allgemeinfertigung,
1 die Betriebskostenstellen der Lokomotivfertigung,
2 die Betriebskostenstellen der Wagenfertigung,
3 die Allgemein- und Lagerkostenstellen,
4 die Verwaltungs-Vorkostenstellen der Allgemeinfertigung,
5 die Verwaltungs-Vorkostenstellen der Lokomotivfertigung,
6 die Verwaltungs-Vorkostenstellen der Wagenfertigung,

und als 2. und 3. Ziffer die laufende Nummer der Kostenstelle enthält, z. B. bedeutet

79 die Räderdreherei, so ist
179 die Räderdreherei im Lokomotivbau,
279 die Räderdreherei im Wagenbau,
579 die Verwaltungs-Vorkostenstelle der Räderdreherei im Lokomotivbau,
679 die Verwaltungs-Vorkostenstelle der Räderdreherei im Wagenbau;

eine Unterziffer an 4. Stelle stellt die Kostenart dar und zwar

0 (Fertigung) für Lohn- und Materialaufwendungen bei Fertigungsarbeiten; die Ziffer 0 kann bei Werkarbeiten nur in Verbindung mit einer Auftragsnummer in einer Betriebskostenstelle erscheinen. Bei Arbeiten für auswärtige Stellen, z. B. an auswärtigen Anlagen, bei Abgabe von Lagervorräten, ist die Kostenstellennummer 000 mit der Unterziffer 0, demnach 0000 zu verwenden.

1 (Betrieb) für Lohn- und Materialaufwendungen bei Arbeiten für den Betrieb des Werkes,

2 (Transport) für Lohn- und Materialaufwendungen bei Transportarbeiten,

3 (Reinigung) für Lohn- und Materialaufwendungen bei Arbeiten für die Reinigung der Betriebsanlagen,

4 (Schmierung) für Lohn- und Materialaufwendungen bei Arbeiten für die Schmierung der Betriebsanlagen,

5 (Kleinmaterial) bei Verbrauch von Fertigungs- und Hilfskleinmaterial, das aus den Handlagern bezogen und auf Werkkosten verrechnet wird,

6 (Drucksachen) bei Materialverbrauch für Drucksachen, Schreib- und Zeichenstoffe,

7 (Kleinwerkzeugverbrauch) bei Materialaufwand, der durch Umtausch von Kleinwerkzeugen entsteht,

8 (Kleingeräteverbrauch) bei Materialaufwand, der durch Umtausch von Kleingeräten entsteht,

9 (Sonstiges) bei sonstigem Lohn- und Materialaufwand, der nicht unter der Ziffer 0 bis 8 verrechnet werden kann. Ziffer 9 kommt nur für wenige Ausnahmefälle vor, z. B. für Urlaubs-, Warte-, Bade- und Feiertagslöhne und für Löhne der Betriebsratsmitglieder.

Als Grundsatz ist zu merken, dafs auf allen Lohn-, Zeit-, Verlang-, Rücklieferungs- und Rückgewinnungszetteln eine vierstellige Kostenstellennummer erscheinen mufs und zwar die dreistellige Nummer derjenigen Kostenstelle, in welcher der Aufwand entstanden ist und als Unterziffer an 4. Stelle die Ziffer der Kostenart (0 bis 9), für die der Lohn- oder Materialaufwand entstanden ist. Neben den Kostenstellennummern erscheinen Auftragsnummern für Werkarbeiten nur bei den Fertigungsarbeiten in den Fertigungs- oder Betriebskostenstellen, in allen übrigen Fällen erscheinen keine Auftragsnummern.

**3.** Kostenträger sind sämtliche Erzeugnisse und Leistungen des Werkes. Sie zerfallen in Haupt- und Vorkostenträger.

Zu den Hauptkostenträgern gehören sämtliche Erzeugnisse und Leistungen des Werkes mit Ausnahme derjenigen für das eigene Werk, die nicht den Anlagenwert mehren, sondern ihn nur erhalten. Zu den Hauptkostenträgern gehören demnach alle Erzeugnisse, die das Werk verlassen und alle Leistungen für andere Stellen oder für Dritte, z. B. die Instandsetzung der Fahrzeuge und Fahrzeugteile, die Untersuchung und Ausbesserung der maschinellen und baulichen Anlagen, Geräte und Werkzeuge auswärtiger Stellen, ebenso aber auch diejenigen Arbeiten, die den im eigenen Werk angelegten Wert vermehren, z. B. Neuanschaffungen und werterhöhende Arbeiten an den Anlagen des Werkes — Anlagenzugänge — sowie die Anfertigung von Lagervorräten für die eigenen Lager (Lageraufträge).

Vorkostenträger sind die Arbeitsleistungen des Werkes, die der Erhaltung (Instandhaltung) des im Werke angelegten Wertes dienen oder die durch den Betrieb des Werkes notwendig werden, Reinigungs- und Nacharbeiten aller Art zu Lasten des Werkes usw. Sie geben ihre Kosten im weiteren Verlauf der Rechnung als Werkkosten an die Hauptkostenträger ab.

### C. Die Arbeitsaufträge.

Grundsätzlich ist für jede im Werk zu leistende Arbeit ein schriftlicher Auftrag erforderlich, der ein eindeutiges Kennzeichen nach besonderem Plan erhält. Durch das Kennzeichen wird der Auftrag von anderen Aufträgen abgegrenzt. Die Einleitung, die Vorbereitung der Ausführung und die Überwachung des Arbeitsauftrages mufs einheitlich geregelt werden; ihre Art ist je nach den Arbeitsaufträgen verschieden.

Die Einleitung erfolgt:

1. bei Ausführung von Werkarbeiten durch Bestellzettel,
2. bei Lageraufträgen durch Bedarfsanmeldung,
3. bei Abgabe von Lagervorräten durch Verlangzettel,
4. bei Abordnung von Bediensteten durch Anforderungsscheine.

Die Vorbereitung der Ausführung wird zu 1, 2 und 4 auf Grund von Werkaufträgen, zu 3 durch den Verlangzettel selbst erledigt.

Für die Zwecke der Begrenzung der Arbeitsaufträge werden die bereits bestehenden Ein- und Ausgangsbücher der Fahrzeugausbesserung nutzbar gemacht, jedoch in loser Blattform, so dafs täglich ein besonderes Blatt, bei Wagen nach Personen- und Güterwagen, bei Güterwagen nach Schnellausbesserung und nach Wagengattungen A 1 bis A 11 getrennt, in doppelter Ausfertigung ausgestellt wird, von dem die erste Ausfertigung bei Lokomotiven und Personenwagen der Hauptnummernstelle, bei Güterwagen dem Betriebsbüro der Wagenabteilung zur Auftragsgebung nach einem vorliegenden Plan und zur Ausstellung des Werkauftrages zugeht, während die zweite Ausfertigung dieser »Tagesblätter« bei der auszustellenden Ein- und Ausgangsstelle verbleibt.

Die Überwachung der Arbeitsaufträge erfolgt durch 1. den Bestellzettel, 2. die Bedarfsanmeldung, 3. den Werkauftrag, 4. die Tagesblätter.

Ist die Einleitung, Vorbereitung der Ausführung und Überwachung der Aufträge sichergestellt, gilt es weiterhin die Kennzeichnung der Aufträge nach Kostenträgern allgemein zu bestimmen.

Die Auftragsnummer wird durch eine fünfstellige Zahl ausgedrückt, deren erste beide Ziffern die Auftragsgruppe und deren letzte drei Ziffern die einmaligen oder laufenden Nummern innerhalb dieser Gruppe zur Abgrenzung der Arbeitsleistung angeben. Die Arbeitsaufträge sind in 4 Hauptgruppen eingeteilt und zwar in

| | Auftragsgruppen |
|---|---|
| 1) Arbeiten für das eigene Werk | |
| 1. Betriebsanlagen-Abgänge und -Zugänge | 10 bis 20 |
| 2. Neuanfertigung und Wiederherstellung von Lagervorräten (Lageraufträge) . . . | 21 „ 30 |
| 3. Instandhaltung der Betriebsanlagen . . | 81 „ 89 |
| 4. Nacharbeiten und andere Arbeiten zu Lasten des Werkes . . . . . . . . | 40 „ 49 |
| 2) Arbeiten für andere Stellen der Deutschen Reichsbahngesellschaft | |
| 1. Ausbesserungen an Fahrzeugen . . . | 50 „ 72 |
| 2. Ausbesserungen an auswärtigen Anlagen und Lagervorräten, Abgabe von Bediensteten und Lagervorräten und andere Arbeiten . . . . . . . . . . . | 73 „ 78 |
| 3. Gröfsere Versuche in den Versuchsabteilungen . . . . . . . . . . . | 79 |
| 3) Arbeiten für Dritte . . . . . . . . . | 90 „ 89 |
| 4) Sonstige Leistungen, die Einnahmen zur Folge haben . . . . . . . . . . . | 90 „ 99 |

Die Festsetzung der Auftragsnummern erfolgt an Hand einer Bestelliste bei Ausstellung des Werkauftrages durch die Hauptnummernstelle oder durch die Haupt-, Ein- und Ausgangsstelle (s. Abschnitt D), bei Güterwagen durch das Betriebsbüro der Wagenabteilung; für jeden Arbeitsauftrag wird eine einmalige oder laufende Auftragsnummer festgesetzt, die auf allen für den Auftrag auszustellenden Lohn- und Materialzetteln erscheinen mufs.

Die laufenden Aufträge erhalten feste Nummern und scheiden sich in Jahres-, Monats- und Tagesaufträge.

Um die Verrechnung der Arbeitsaufträge sicher zu stellen, sind bei allen Monats- und Jahresaufträgen Monatslisten in loser Blattform für jeden Auftraggeber, auch für das eigene Werk, in je zwei Ausfertigungen zu führen, von denen die Urschrift, die erste Ausfertigung, bei der ausstellenden Stelle als Unterlage zurückbleibt, während die zweite Ausfertigung am Monatsschlufs durch die Hauptnummernstelle an die Selbstkostenstelle geht. Daneben hat die Hauptnummernstelle und die Haupt-, Ein- und Ausgangsstelle über jeden Werkauftrag, den sie ausstellt oder von dem sie auf Grund der Tagesblätter Kenntnis erhält, einen Selbstkostenabrechnungsbogen an die Selbstkostenstelle zu senden.

Nach Beendigung der Arbeiten, für die ein Werkauftrag ausgestellt ist, ist die zweite Ausfertigung dieses Auftrags mit den Arbeitsunterlagen (Arbeitsnachweis oder Stückliste, Teilwerkstattsaufträge usw.) vom Betriebsbüro der ausführenden Abteilung mit dem Erledigungsvermerk an die Hauptnummernstelle oder die Haupt-, Ein- und Ausgangstelle zu senden, während die erste Ausfertigung des Werkauftrags im Betriebsbüro abgelegt wird. Die Hauptnummernstelle oder Haupt-, Ein- und Ausgangsstelle vermerkt die Erledigung des Auftrags in der Bestelliste, prüft die Auftragskennzeichnung auf den Unterlagen und leitet den Werkauftrag mit den Arbeitsunterlagen und der zweiten Ausfertigung des Bestellzettels oder der Bedarfsanmeldung, die bei ihr als Grundlage für die Fristüberwachung gedient hat, an die Werkverteilungsstelle weiter.

**D. Auftrags-, Prüf- und Abrechnungsstellen des Werkes.**

Die Arbeitsunterlagen durchlaufen — wie aus dem vorstehenden Abschnitt ersichtlich — viele Stellen, bis sie endlich abgelegt werden. Diese Stellen sind in der bisherigen Werkordnung nicht enthalten, so dafs sie kurz erwähnt werden müssen.

1. Die Hauptnummernstelle der Technischen Abteilung ist diejenige Stelle des Werkes, die sämtliche Aufträge mit Ausnahme der Arbeiten an Güterwagen und der für die Haupt-Ein- und Ausgangsstelle vorgesehenen ausstellt, mit den Auftragsnummern versieht und die Fristen für die Arbeitsausführung festsetzt und überwacht (Auftragsbüro).

2. Die Haupt-Ein- und Ausgangsstelle, die der Stoffabteilung anzugliedern ist und die gleichzeitig als Empfangs- und Versandstelle dient, regelt die Lageraufträge und erhält sämtliche von aufsen eingehenden Aufträge, mit Ausnahme der Fahrzeugausbesserung, leitet sie an die zuständige Stelle weiter, überwacht die Fertigstellung der Arbeiten und veranlafst die Absendung (Auftragsbüro für Lagerarbeiten und für äufsere Stellen ausschliefslich der Fahrzeugausbesserung).

3. Die Lagerverteilungsstelle, ein Teil der Lagerbuchhaltung, ist zur Verteilung der Unterlagen beim Materialablageverfahren auf die richtigen Lager und Unterlager, zur Überwachung des ordnungsmäfsigen Umlaufes aller Materialzettel (Zettelkontrolle), zur Begünstigung des Verbrauches an Altstoffen und zur Leitung des Lagerförderdienstes eingerichtet.

4. Die Werkverteilungsstelle ist diejenige Stelle des Werkes, in welcher sämtliche durch das Abrechnungsverfahren aufkommenden Unterlagen gesammelt, zusammengestellt und den einzelnen Prüf- und Abrechnungsstellen zugeleitet werden. Nach Erledigung werden alle Unterlagen in der Werkverteilungsstelle abgelegt. Sie ist ein Teil der Betriebsbuchhaltung.

5. Die Inventarstelle, die einen Teil der Hauptbuchhaltung bildet, dient zur Feststellung der Betriebsanlagewerte, zur Überwachung ihrer Veränderungen und zur Zusammenstellung der Monatswerte, insbesondere der Abschreibungen und Verzinsung.

6. Die technische Nachprüfstelle dient
   1. zur Feststellung der »festgesetzten« Zeit für jeden Lohnzettel,
   2. zur Nachprüfung des gesamten Arbeitsauftrages auf Angemessenheit des Lohn- und Materialverbrauches.

Die Zeitfestsetzung zu 1. erfolgt vor der Lohnabrechnung, die technische Nachprüfung zu 2. nach der Lohnabrechnung. In der Nachprüfstelle werden Unstimmigkeiten aufgeklärt und verfolgt, an Hand der Erfahrungen neue Arbeitsverfahren zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit in Vorschlag gebracht, kurz die gesamten Arbeitsunterlagen einer kritischen Durchsicht unterzogen, so dafs für die Kostenstatistik und Selbstkostenstelle nur die zahlenmäfsige Abrechnung der Werkkosten und Arbeitsaufträge übrig bleibt.

7. Die Kostenstatistik sammelt alle Aufwendungen, die in der Betriebsbuchhaltung verrechnet werden. Die Monatsaufstellung der Kostenstatistik über die Aufwendungen mufs daher mit dem Verrechnungskonto der Kostenstatistik übereinstimmen, das in der Betriebsbuchhaltung geführt wird. Auf Grund der Unterlagen (Lohn- und Verlangzettel) scheidet die Kostenstelle die Kosten in Fertigungs- und Werkkosten für jede Kostenstelle; während die Fertigungskosten in der Selbstkostenstelle auf den Auftrag, den Kostenträger weiterverrechnet werden, gliedert die Kostenstatistik die Werkkosten derart, dafs sich zum Schlufs die Zuschlagssätze für die einzelnen Hauptkostenstellen ergeben.

8. Die Selbstkostenstelle verteilt die ihr von der Kostenstatistik zugewiesenen Fertigungskosten auf die einzelnen Aufträge, Kostenträger, und setzt zum Schlufs die Werkkostensätze des Monats hinzu, so dafs sich hiernach die Herstellungskosten für jeden Auftrag ergeben.

9. Die Betriebsbuchhaltung bewirkt die innere Verrechnung. In ihr werden sämtliche Aufwendungen des Werkes mit Ausnahme der Anlagezugänge, die in der Hauptbuchhaltung behandelt werden, mit Hilfe der Aufstellung der Kostenstatistik nach Fertigungs- und Werkkosten geschieden und mit Hilfe der Aufwandsabrechnung der Selbstkostenstelle auf die einzelnen Kostenträger, Aufträge verteilt. Die sich alsdann aus der Leistungsabrechnung ergebenden Abrechnungswerte werden, sofern es sich nicht um Vorkostenträger oder Lagerarbeiten handelt, deren Werte in der Betriebsbuchhaltung verarbeitet werden, in die Hauptbuchhaltung überführt. Für die Erfassung dieser Geschäftsvorfälle werden in der Betriebsbuchhaltung Tagebuch und Hauptbuch mit Hilfsbüchern und Konten geführt, die jedoch hier nicht behandelt werden.

10. Die Hauptbuchhaltung übernimmt die Werte aus der Eröffnungsbilanz, verarbeitet diese Werte selbst weiter oder überführt sie in die Betriebsbuchhaltung, sofern sie dort weiter verrechnet werden, und sammelt am Abschlufs wieder alle Werte zur Schlufsbilanz. Weiterhin regelt die Hauptbuchhaltung den gesamten Geschäftsverkehr nach aufsen. Zur Erfassung und Verrechnung der einzelnen Wertveränderungen, Geschäftsvorfälle, sind in der Hauptbuchhaltung das Rechnungseingangsbuch, das Inventarbuch für den Bestand und Wert der Betriebsanlagen, das Tagebuch und Hauptbuch mit Hilfsbüchern und Konten zu führen, die eine Soll- und Habenseite zur Aufnahme der einzelnen Be- und Entlastungswerte aufweisen, die jedoch hier nicht näher behandelt werden können.

Der monatliche Abrechnungsgang gestaltet sich hiernach wie folgt:

| | | |
|---|---|---|
| 1. vom 1. bis 2. jeden Monats | | Zeitfestsetzung durch die Nachprüfstelle |
| 2. vom 3. bis 10. | „ „ | Lohnabrechnung im Lohnbüro |
| 3. gleichzeitig vom 1. bis 10. | „ „ | Lagerabrechnung (Aufstellung der Lagerent- und -belastungsrechnung) durch die Lagerbuchhaltung |
| 4. vom 11. bis 18. | „ „ | technische Nachprüfung durch die Nachprüfstelle |
| 5. vom 19. bis 24. | „ „ | Feststellung der Werkkostenzuschläge durch die Kostenstatistik |
| 6. vom 25. bis 29. | „ „ | Auftragsabrechnung durch die Selbstkostenstelle |
| 7. vom 30. gegebenenfalls 31. | „ „ | Buchungen durch die Buchhaltung |

**E. Die Unterlagen für die Kostenverrechnung.**

Für jede Verrechnung sind Unterlagen erforderlich, die für jede Kostenart verschieden sind. Erst wenn die Unterlagen vollzählig vorhanden sind, kann ihre Sammlung und Verteilung auf die Vor- und Hauptkostenstellen und auf den Auftrag, den Kostenträger, erfolgen.

1. Löhne. Ist für eine Arbeit der Auftrag vorhanden, so folgt die Arbeitsaufnahme durch besonderen Meister, dem zweckmäfsig zugleich auch die Zeitermittlung zu übertragen ist. Das Ergebnis dieser Arbeitsaufnahme wird im Arbeitsnachweis (Stückliste) niedergelegt, in dem neben der Arbeitsaufnahme der Bedarf und die Rückgewinnung an Lagervorräten sowie der Bedarf an Arbeitszeit vermerkt wird. Bei einfachen Arbeiten dient die Rückseite des Werkauftrag als Arbeitsnachweis; bei gröfseren zusammenhängenden Arbeitsausführungen wird der Arbeitsnachweis in zwei Ausfertigungen ausgestellt, von denen die erste Ausfertigung als Beilage zum Lohnzettel dient.

Auf Grund des Arbeitsnachweises erfolgt im Arbeitsvorbereitungs- oder Betriebsbüro die Ausstellung der Lohn- und Materialverlangzettel. Für Arbeiten, die durch ein anderes Betriebsbüro ausgeführt werden, ist auf Grund des Arbeitsnachweises ein befristeter Teilwerkauftrag auszustellen, dessen Nummer im Arbeitsnachweis zu vermerken ist.

Der Teilwerkauftrag hat drei Ausfertigungen. Die erste Ausfertigung bleibt als Stamm beim Aussteller zurück, die zweite Ausfertigung geht an das ausführende Betriebsbüro und dient dort als Unterlage für die Arbeitsvorbereitung, während die dritte Ausfertigung als Arbeitsbegleitzettel verwendet wird. Es ist Sache der Werkleitung anzuordnen, für welche Arbeiten ein Teilwerkauftrag erforderlich ist.

Nachtragsarbeiten, das sind solche Arbeiten, die zur Erledigung des Arbeitsauftrages gehören, aber bei der Arbeitsaufnahme nicht erfafst sind, werden durch den Arbeitsaufnehmer im Arbeitsnachweis nachgetragen.

Nacharbeiten, das sind Arbeiten, die infolge mangelhafter Arbeitsausführung ganz oder teilweise neu bewirkt werden müssen, erfordern einen neuen Auftrag.

Zur Nachprüfung der Stunden dient a) der Stundennachweis und b) der Arbeitsunterbrechungsnachweis, die vom Meister zu führen sind.

a) Der Stundennachweis ist für jede Kostenstelle und jede Gruppe oder jeden Einzelarbeiter anzulegen und auf Grund von Badezetteln, Durchgangsscheinen, Urlaubsscheinen, Benachrichtigungen der zuständigen Abteilung sowie auf Grund eines einfachen Merkbuches zu führen; er wird getrennt nach Stunden mit Zeitlohn ohne und mit Zulage, nach Gedingestunden und nach Stunden ohne Lohn, dient als Unterlage für die Abschlagszahlungen, ist monatlich abzuschliessen und mit seinen Unterlagen dem Lohnbüro vorzulegen. Geht ein Arbeiter in eine andere Kostenstelle über, so ist er vom Zeitpunkte des Überganges in der neuen Kostenstelle im Stundennachweis zu führen.

b) Für den Arbeitsunterbrechungsnachweis sind die Arten der Unterbrechungen genau festzulegen; die übrigen Unterbrechungen sind durch das Gedinge abgegolten. In Werken, in denen Zeitstempeluhren (Benzinguhr oder Kalkulagraph) in Gebrauch sind, ist der Arbeitsunterbrechungsnachweis nicht zu führen, weil die Unterbrechungen durch die Uhren abgestempelt werden.

Die bisherigen Bestimmungen in bezug auf Arbeitsbescheinigung für Arbeiten bei anderen Stellen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft und in bezug auf Aushilfslisten bei Aushilfe im Betrieb, z. B. als Heizer, bleiben bestehen. — Für den Fall, dafs die in einem Lohnzettel vermerkten Gedingearbeiten am Monatsschlufs noch nicht beendet sind, werden Abschlagszettel in Form der Lohnzettel ausgestellt, in denen die auf den abgelaufenen Monat entfallenden Zeiten eingetragen werden, während die Abschlags- und Restzeiten auf dem ursprünglichen Lohnzettel vermerkt werden. Die Zeiten sind von den Zeitermittlern nach dem Stande der Arbeitsausführung und der Gesamtzeit festzustellen. — Für jede Arbeit, auch wenn sie im Zeitlohn ausgeführt wird, ist ein Lohnzettel erforderlich, der bei Zeitlohnarbeiten für die Woche oder den Monat ausgestellt wird; für jede Art der Arbeitszeitunterbrechung wird am Monatsschlufs auf Grund des Arbeitsunterbrechungsnachweises im Betriebsbüro ein Lohnzettel ausgestellt. Der Lohnzettel trägt bei Fertigungsarbeiten Auftrags- und Kostenstellennummern mit der Unterziffer 0, bei Hilfslohn nur Kostenstellennummern mit der Unterziffer 1 bis 9 (s. Abschnitt B). — Um zu verhüten, dafs Lohnzettel verloren gehen, ist eine Kontrolle einzurichten, die durch die Betriebsbüros eingeleitet wird und Lohnbüro und Werkverteilungsstelle durchläuft.

Nach Beendigung sind alle Arbeiten, auch die im Zeitlohn ausgeführten, einer Arbeitsprüfung nach Menge und Güte zu unterziehen, die auf dem Lohnzettel zu vermerken ist. Hiernach gehen die Lohnzettel zur technischen Nachprüfstelle. In ihr erfolgt die Zeitfestsetzung nach der Menge der für gut befundenen Arbeit und der vom Zeitermittler vorgegebenen Zeit; die Zeitfestsetzung ist in die Lohnzettel einzutragen, worauf die Zettel zum Lohnbüro gehen. Im Lohnbüro erfolgt die Lohnabrechnung wie bisher mit dem Unterschied, dafs das Arbeitsheft in loser Blattform auf Grund der Lohnzettel geführt wird, die durch den Stundennachweis und die Stechkarten- oder Markenkontrolle nachgeprüft werden; nach Beendigung der Lohnabrechnung werden die Blätter geheftet. Im Lohnbüro werden zum Schlufs die Durchschnittslohnsätze

1. nach Zeitlohn ohne Zulage | für die einzelnen
2. nach Zeitlohn mit Zulage | Hauptkostenstellen
3. nach Gedingelohn | sowie
4. nach sozialen Zulagen für das ganze Werk

ermittelt.

2. Material. Als Unterlage für die Stofferfassung dient der Verlangzettel, der bei Fertigungsstoffen Auftrags- und Kostenstellennummern mit der Unterziffer 0, bei Hilfsstoffen nur die Kostenstellennummer mit den Unterziffern 1 bis 9 trägt. Die Verlangzettel werden auf Grund der Arbeitsnachweise im Betriebsbüro der ausführenden Abteilung ausgestellt und bei Abgabe der Lagervorräte in den Lagerkarteien verbucht, die die Lager-Einheitspreise auf den Zetteln vermerken; die Zettelkontrolle über den vollständigen Eingang der Zettel bei den Lagerkarteien und der Werkverteilungsstelle ist durch die Lagerverteilungsstelle einzuleiten. Die Rücklieferung an allen Lagervorräten und die Rückgewinnung bei Abfallstoffen und Ersatzstücken ist besonders zu regeln. Die Ausgabe aus den Handlagern erfolgt durch Handlagerverlangszettel, die der Meister austellt; einmal wöchentlich wird das Handlager auf Grund von Verlangzetteln aufgefüllt, die nach den Handlagerverlangzetteln durch die Werkverteilungsstelle ausgefertigt werden.

In der Werkverteilungsstelle wird der Gesamtpreis auf den Verlangzetteln auf Grund des Einheitspreises und der abgegebenen Menge mit Hilfe von Rechenmaschinen berechnet und in die Zettel eingetragen.

3. Die Personalkosten. Als Unterlagen dienen Listen, die von der Verwaltungsabteilung zu führen sind.

4. Die Personal-Versicherungskosten werden auf Grund von Karteien im Personalbüro monatlich zusammengestellt und der Betriebsbuchhaltung zugeleitet.

5. Die feststehenden Sachkosten (siehe Abschnitt B *1, 2, 5*) werden erfafst:

zu a) auf Grund von Rechnungen der Steuerbehörde oder der Stadt,
zu b) auf Grund einer besonderen Berechnung der Verwaltungsabteilung,
zu c) auf Grund der Aufstellung der Inventarstelle,
zu d) » » von Aufstellungen der Zentralbehörden,
zu e) » » einer Aufstellung der Hauptbuchhaltung.

6. Die nicht feststehenden Sachkosten (siehe Abschnitt B *1, 2, 6*) werden ermittelt:

zu a) auf Grund von Lieferantenrechnungen, wobei bei Bezug vom eigenen Werke das Werk als Lieferant gilt,

zu b) auf Grund der Aufstellung der Verwaltungsabteilung,
zu c), d) und e) auf Grund der Leistungsabrechnung des Vormonats.

7. Die Rückgewinnung an Hilfsmaterial erscheint in den Rückgewinnungszetteln; die sonstigen Leistungen, die Einnahmen zur Folge haben, sind durch Einnahmeauftrag belegt, ihn stellt die Abteilung aus, in der die Einnahme entsteht, z. B. bei Benutzung der Postfernsprecher für Private. Der Einnahmeauftrag ersetzt den Werkauftrag.

**F. Sammlung, Verteilung und Verrechnung der Kosten.**

Sind am Monatsschlufs die Unterlagen bei der Werkverteilungsstelle vollzählig vorhanden, so werden sie zunächst nach Kostenstellen und innerhalb der Kostenstellen

1. bei Werkkosten nach Kostenstellen-Unterziffern 1 bis 9,
2. bei Fertigungskosten nach Aufträgen,

gesondert. Die Kosten einiger Vorkostenstellen, z. B. des Heizungsbetriebes, der Freifahrt usw., die nur in einem Teil des Jahres aufkommen, werden gleichmäfsig über das ganze Jahr verteilt.

Während die Unterlagen zu 2. der technischen Nachprüfstelle zur kritischen Nachprüfung des Fertigungsauftrages zugehen, beginnt die Kostenstatistik mit der Sammlung und Verteilung der Werkkosten, indem sie die Kosten für jede Kostenstelle so zusammenstellt, dafs sich ergeben:

1. a) die verbrauchten Hilfslohnstunden getrennt nach den Unterziffern 1 bis 9,
   b) der Wert der Anforderung an Hilfsmaterial nach Abzug der Rücklieferung an Hilfsmaterial,
   c) der Wert der Rückgewinnung an Hilfsmaterial,
   d) der Wert der Ausbesserungen an den Betriebsanlagen,
   e) der Wert der Abschreibungen an den Betriebsanlagen,
   f) die übrigen Werte, soweit sie für die Kostenstelle in Frage kommen.

Die übrigen Werkkostenarten sind bereits auf besondere Haupt- oder Vorkostenstellen verteilt und kommen hier nicht mehr in Frage.

Inzwischen sind die Unterlagen für die Fertigungsarbeiten von der technischen Nachprüfstelle zurückgelangt, so dafs für jede Kostenstelle sich ergeben:

2. a) Die verbrauchten Fertigungslohnstunden (Unterziffer 0),
   b) der Wert der Anforderung an Fertigungsmaterial — Unterziffer 0 — nach Abzug der Rücklieferung an Fertigungsmaterial,
   c) der Wert der Rückgewinnung an Fertigungsmaterial.

Durch Vervielfachung der verbrauchten Hilfslohnstunden und der verbrauchten Fertigungslohnstunden mit dem Durchschnittslohnsatz ergibt sich alsdann für jede Kostenstelle

1. der Hilfslohnaufwand,
2. der Fertigungslohnaufwand,

so dafs der Gesamtlohnaufwand jeder Kostenstelle ermittelt ist.

Für jede Betriebsanlage kann neben einer Bestandswertkarte eine Aufwandskarte geführt werden, in der die gesamten Ausbesserungen mit Ausnahme der Ausbesserungen werterhöhender Art erscheinen; diese werden in den Bestandswertkarten vermerkt. Die Gebäudekostenstellen umfassen vielfach mehrere Vor- oder Hauptkostenstellen, so dafs die Kosten für Gebäudeausbesserungen zunächst für das Gebäude ermittelt und auf Grund einer Aufteilung der Kostenstellen, die für das Gebäude in Frage kommen, nach dem gegebenen Verhältnis anteilig auf diese Kostenstellen verteilt werden.

1. Verrechnung der Werkkosten.

Sind sonach die aufteilbaren Kosten auf die einzelnen Haupt- und Vorkostenstellen unter Berücksichtigung der Rücklieferung und Rückgewinnung verteilt, so ist nunmehr mit dem Umlegeverfahren zu beginnen, damit schliefslich alle Kosten in den Hauptkostenstellen erscheinen. Die Umlegung der Kosten erfolgt nach dem vorgesehenen Verhältnis auf die beteiligten Kostenstellen in folgender Reihenfolge:

1. Nebenkostenstellen, 2. Hilfskostenstellen, 3. Gebäudekostenstellen, 4. Verwaltungskostenstellen, worauf die Feststellung der Kosten der Hauptkostenstellen bewirkt wird, 5. Lagerkosten, 6. Allgemeinkosten, 7. der in den einzelnen Betriebskostenstellen sich ergebenden Summe an eigenen und anteiligen Betriebskosten.

Nach Umlegung und Feststellung der Kosten ermitteln sich die Zuschläge wie folgt:

a) Der Betriebskostenzuschlag für jede Betriebskostenstelle ergibt sich aus der Teilung der in jeder Betriebskostenstelle entstandenen Betriebskosten nach 7 durch die in jeder Betriebskostenstelle verbrauchten Fertigungslohnstunden.

b) Der Allgemeinkostenzuschlag ergibt sich aus der Teilung der Allgemeinkosten zu 6 durch die im gesamten Werk verbrauchten Fertigungslohnstunden, wobei zu beachten ist:

Solange bei den Zentralstellen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft eine Selbstkostenermittlung nicht besteht, die Zentralstellen demnach nicht in der Lage sind, den Anteil des Werkes an ihren Kosten zu ermitteln, sind die auf das Werk entfallenden Kosten der Zentralstellen mit einem Pauschalsatz derart abzugelten, dafs der aus der Kostenstatistik sich ergebende Allgemeinkostenzuschlag um einen noch festzusetzenden v. H.-Satz erhöht wird.

c) Der Lagerkostenzuschlag ergibt sich aus der Teilung der Lagerkosten zu 5 durch den Gesamtfertigungsmaterialaufwand, worunter auch der Materialaufwand für Abgabe an Lagervorräten an andere Stellen zu verstehen ist.

Die Summe der sich hiernach ergebenden

1. Fertigungskosten,
2. Werkkosten

mufs mit dem Verrechnungskonto der Kostenstatistik in der Betriebsbuchhaltung übereinstimmen, von wo die einzelnen Beträge auf das Fertigungslohnkonto, Fertigungsmaterialkonto, Fertigungssonderkostenkonto und Werkkostenkonto übergehen.

Die Werkkostenzuschläge sind monatlich der Werkleitung in bildlicher und tabellarischer Darstellung und den beteiligten Stellen, Selbstkostenstelle und Abteilungen, mitzuteilen. Abweichungen gegen den Vormonat desselben Jahres und gegen denselben Monat des Vorjahres sind zu begründen und aufzuklären.

Hierdurch ist allein die Möglichkeit gegeben, in die Betriebe des Werkes hineinzuleuchten, ihre Werkkosten festzustellen und die genaue Betriebsabrechnung aller Erzeugnisse und Leistungen des Werkes sicherzustellen.

2. Auftragsabrechnung.

Nach Feststellung der Werkkostenzuschläge kann nunmehr die Selbstkostenabrechnung der Fertigungsarbeiten erfolgen.

Die Gesamtabfertigungs- und Werkkosten eines Monats hat die Kostenstatistik der Selbstkostenstelle überwiesen, die die Kosten nunmehr auf die einzelnen Kostenträger, die Aufträge, verteilen mufs. Dazu hat sie die Auftragsunterlagen mittels Additionsmaschinen so zusammenzustellen, dafs sich für den Auftrag ergeben:

a) die verbrauchten Fertigungslohnstunden, getrennt für die einzelnen beteiligten Betriebskostenstellen,
b) der Wert der Materialanforderung nach Abzug der Materialrücklieferung,
c) die Fertigungssonderkosten,
d) der Wert der Materialrückgewinnung.

Die Ergebnisse der Zusammenstellung sind nach Prüfung in den Selbstkostenabrechnungsbogen einzutragen. Auf Grund dieser Eintragungen ist alsdann die Kostenfeststellung für den Auftrag in folgender Weise vorzunehmen:

1. Ermittlung des in jeder Betriebskostenstelle entstandenen Lohnaufwandes durch Vervielfachung der verbrauchten Fertigungslohnstunden mit dem Durchschnittslohnsatz.

2. Errechnung des Betriebskostenbetrages für jede beteiligte Betriebskostenstelle durch Vervielfachung der verbrauchten Fertigungslohnstunden mit dem von der Kostenstatistik für den Monat und die Kostenstelle festgesetzten Betriebskostensatz.

3. Feststellung a) der im Monat verbrauchten Fertigungslohnstunden, b) des Fertigungslohnaufwandes und c) der gesamten Betriebskosten des Monats.

4. Ermittlung der Allgemeinkosten durch Vervielfachung der im Monat verbrauchten Fertigungslohnstunden mit dem von der Kostenstatistik für den Monat festgesetzten Allgemeinkostensatz.

5. Ermittlung des Fertigungsmaterialaufwandes durch Verringerung des Wertes der Materialanforderung um den Wert der Rücklieferung.

6. Errechnung der Lagerkosten durch Vervielfachung des Fertigungsmaterialaufwandes mit dem von der Kostenstatistik für den Monat festgesetzten Lagerkostensatz.

7. Eintragung der Fertigungssonderkosten.

8. Feststellung der bisher entstandenen Kosten durch Zusammenzählung zu 3b bis 7.

9. Feststellung des Aufwandes für den einzelnen Auftrag und den abgelaufenen Monat durch Verringerung der nach 8 sich ergebenden Summe um den Wert der Rückgewinnung an wertvollen Abfallstoffen und an Ersatzstücken.

Bei Arbeiten, die am Monatschlufs noch nicht beendet sind, werden ebenfalls die einzelnen Eintragungen für den abgelaufenen Monat in den Selbstkostenabrechnungsbogen ausgeführt. Der Wert zu 9 stellt in diesem Falle den Aufwand des Werkes für den einzelnen Auftrag und den abgelaufenen Monat dar.

Ist die Arbeit im abgelaufenen Monat beendet, so ist ebenfalls der Aufwand dieses Monats gemäfs 1 bis 9 zu errechnen. Darnach ist, wie folgt, weiter zu verfahren:

10. Zusammenzählung der Aufwendungen der einzelnen Monate, so dafs sich ergeben:

a) die gesamten verbrauchten Fertigungslohnstunden,
b) der gesamte Fertigungslohnaufwand,
c) die gesamten Betriebskosten,
d) die gesamten Allgemeinkosten,
e) der gesamte Materialaufwand abzüglich der gesamten Materialrücklieferung,
f) die gesamten Lagerkosten,
g) die gesamten Fertigungssonderkosten,
h) die gesamte Materialrückgewinnung,
i) die gesamten Aufwendungen, die Herstellungskosten für den Auftrag.

11. a) Errechnung des Sicherungszuschlags durch Vervielfachung der Herstellungskosten mit dem für das laufende Geschäftsjahr festgesetzten Sicherungszuschlag und

b) Zusammenzählung der Herstellungskosten (10i.) und des Betrages des Sicherungszuschlages (11a), die Selbstkosten für den Auftrag.

Während bei Leistungen für andere Stellen die Gesamtsumme nach 10i) oder 11b) bereits die Selbstkosten darstellt, ist bei Arbeiten für Dritte diesem Werte noch die Umsatzsteuer hinzuzusetzen.

12. a) Errechnung der Umsatzsteuer durch Vervielfachung der Summe nach 11b) mit dem von der Reichsfinanzverwaltung festgesetzten Steuersatz und

b) Feststellung der hiernach sich ergebenden Summe, die alsdann den Verkaufswert bei Arbeiten für Dritte darstellt.

Ob und in welcher Höhe aufserdem noch ein Gewinnzuschlag bei Arbeiten für Dritte zu der Summe nach 11b) hinzugerechnet wird, bedarf noch der Feststellung.

Ist die Arbeit im abgelaufenen Monat angefangen und beendet worden, so stellt der Wert nach 9 bereits die Herstellungskosten dar. 10 fällt daher weg, 11 und 12 bleiben bestehen.

Sind sonach die Kosten der einzelnen Fertigungsarbeiten für die einzelnen Monate und für die Gesamtarbeit festgestellt, so ist weiterhin an Hand von Zusammenstellungen der Aufwand aller Aufträge für den abgelaufenen Monat festzustellen. In einer Zusammenstellung — Aufwandsabrechnung — sind alle Aufträge nach Auftragsgruppen und innerhalb dieser nach Auftragsnummern geordnet aufzunehmen.

Hierdurch wird erreicht:

1. dafs der gesamte Fertigungslohn und der in der Kostenstatistik bei der Sammlung der Werkkosten sich ergebende Hilfslohnaufwand die durch die Lohnrechnung für den abgelaufenen Monat gezahlte Lohnsumme ergeben müssen, deren Richtigkeit somit nachgeprüft werden kann,

2. dafs der gesamte Fertigungsmaterialaufwand und der in der Kostenstatistik bei der Sammlung der Werkkosten sich ergebende Hilfsmaterialaufwand den durch die Lagerentlastungsrechnung festgestellten Gesamtmaterialaufwand ergeben müssen,

3. dafs die gesamte Fertigungsmaterialrückgewinnung und die bei der Sammlung der Werkkosten sich ergebende Hilfsmaterialrückgewinnung den durch das Lagereingangsbuch festgestellten Wert an Rückgewinnung ergeben müssen. Das gleiche gilt für die Materialrücklieferung,

4. dafs die Feststellung der in dem abgelaufenen Monat für jeden Auftrag entstandenen Kosten ermöglicht ist, so dafs hierdurch an Hand der Auftragsnummern Eintragungen in die Bücher und Konten der Buchhaltung erfolgen kann.

Weiterhin ist über die im abgelaufenen Monat fertiggestellten Leistungen eine Zusammenstellung — Leistungsabrechnung — aufzustellen, in der die Gesamtaufwendungen für jeden Auftrag, gegebenenfalls unter Hinzusetzen des Sicherungszuschlags und der Umsatzsteuer, aufzuführen sind. Diese Zusammenstellung ist getrennt zu führen:

1. nach Arbeiten für das eigene Werk, in der Unterteilung in solche, deren Kosten a) die Anlagekonten, b) die Lagerkonten, c) das Verrechnungskonto der Kostenstatistik belasten,

2. nach Arbeiten für andere Stellen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft,

3. nach Arbeiten für Dritte,

4. nach sonstigen Leistungen.

Die einzelnen Leistungsabrechnungen dienen alsdann bei den Arbeiten zu 1. als Verrechnungsunterlagen für die Buchhaltung, zu 2., 3. und 4. als Unterlage für die einzelnen Abschnitte des Kontokorrentkontos der Hauptbuchhaltung und für die Ausstellung der Rechnungen.

Bei einer Arbeit, für die in mehreren Monaten Leistungen erfolgt sind, erscheinen demnach die Aufwendungen der einzelnen Monate in der Zusammenstellung der Aufwandsabrechnung der einzelnen Monate, die Gesamtaufwendungen in der Zusammenstellung der Leistungsabrechnung des letzten Monats.

### G. Schlufsbemerkungen.

Alle Mafsnahmen des Werkes, insbesondere in bezug auf die Zweckmäfsigkeit der Arbeitsvorbereitung und Arbeitsausführung, werden durch die Selbstkosten nachgeprüft; die Selbstkostenermittlung läfst demnach Rückschlüsse auf die Arbeitsorganisation eines Werkes zu, ermöglicht Verbesserungen der Arbeitsverfahren und hebt dadurch Fortschritt und Wirtschaftlichkeit der Werke.

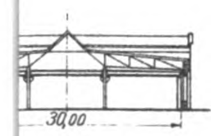
Die Scheidung der Werkkosten nach festen und je nach dem Auftragsbestand veränderlichen Werkkosten ist der zweite Schritt der Selbstkostenermittlung; hierdurch kann im Laufe der Zeit der günstigste Auftragsbestand des Werkes festgestellt werden, woraus wieder Schlüsse auf die zweckmäfsige Verteilung der Aufträge gezogen werden können.

Eine Folge der Selbstkostenermittlung wird auch ein einwandfreier Leistungsmafsstab sein, der, aufgebaut auf den Selbstkosten unter Berücksichtigung aller Arbeiten im Werk und aller Umstände, die für einen Leistungsvergleich in Frage kommen — z. B. der Streckenverhältnisse, der Wartung der Fahrzeuge in den Bahnbetriebswerken usw. — die Feststellung der erforderlichen Arbeitskräfte eindeutig ermöglicht. Durch diesen Leistungsvergleich in Verbindung mit dem günstigsten Auftragsbestand ist die Möglichkeit gegeben, die Werke miteinander zu vergleichen, nur die wirtschaftlich besten Fahrzeuggattungen zu verwenden und unwirtschaftlich arbeitende Werke zu erkennen, um das oberste technisch wirtschaftliche Ziel — gröfstmöglichste Leistungen bei geringstem Aufwand — für die Betriebe der Deutschen Reichsbahn zu erreichen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

Rohrschmiede.

(Nr. 8.)




| Nr | Bezeichnung | Nr | Bezeichnung |
|---|---|---|---|
| 1 | Verwaltungsgebäude | 11 | Azetylen - Erzeugungsanlage |
| 2 | Lokomotivrichthalle und Dreherei | 12 | Generatorgas - Erzeugungsanlage |
| 3 | Kesselschmiede | 13 | Hauptlager |
| 4 | Kraftwerk | 14 | Eisenlager |
| 5 | Schmiede | 15 | Lokomotiv - Anheizschuppen |
| 6 | Lagerhalle, Abkocherei, Kupferschmiede | 16 | Geräteschuppen |
| 7 | Gelbgießerei | 17 | Lokomotiv - Bekohlungsanlage |
| 8 | Rohrschmiede | 18 | Speiseanstalt |
| 9 | Kesselreinigung | 19 | Badeanstalt |
| 10 | Sauerstoff - Erzeugungsanlage | 20 | Lehrlingswerkstatt |

C. W. Kreidel's Verlag. München.

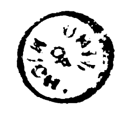
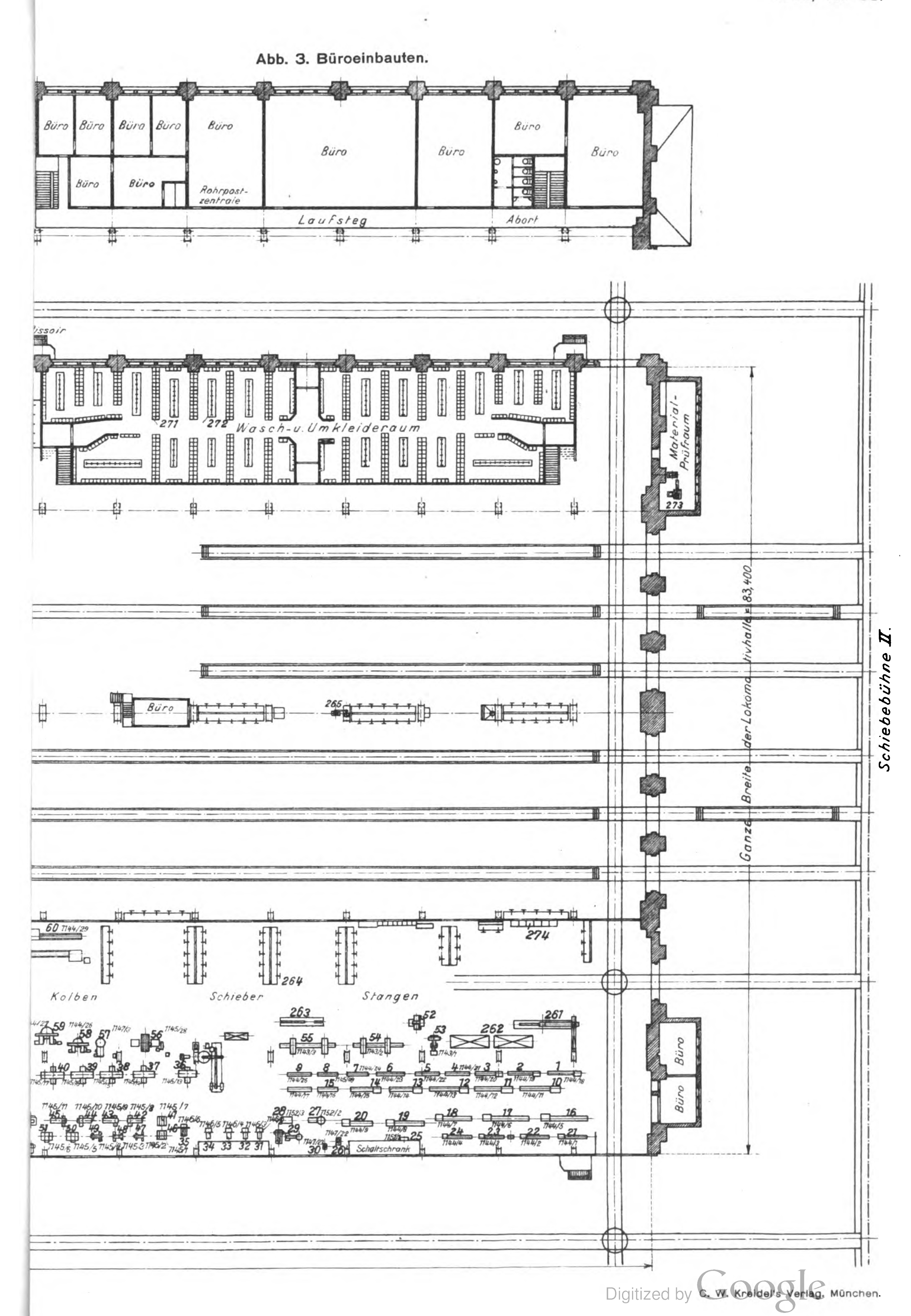


Abb. 3. Büroeinbauten.





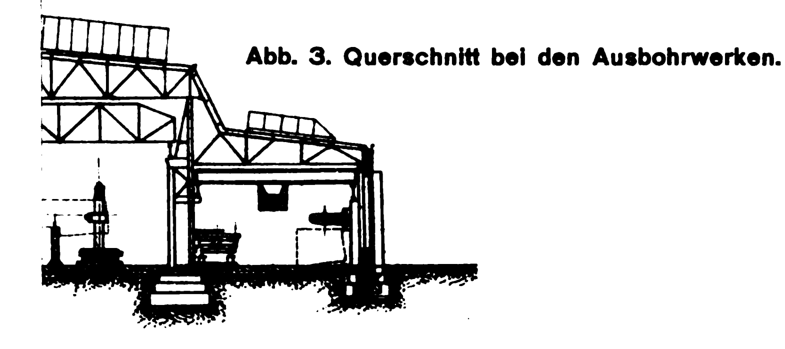


**Abb. 3. Querschnitt bei den Ausbohrwerken.**

| …stand | Nr | Gegenstand | Nr | Gegenstand | Nr | Gegenstand | Nr | Gegenstand |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 91 | | 106 | Nietmaschine | 121 | Rundfeuer | 136 | Absaugungsanlage |
| | 92 | | 107 | | 122 | Ventilator | 137 | Ventilator |
| | 93 | | 108 | Nietmaschine | 123 | Absaugungsanlage | 138 | Erdfeuer |
| …kammer-Türen | 94 | Schmiedefeuer | 109 | Schwenkkranz Aufhangen | 124 | „ „ | 139 | |
| | 95 | | 110 | der Nietmaschine | 125 | Amboß | 140 | Blechkantenfräsmaschine |
| | 96 | Blechbiegemaschine | 111 | | 126 | „ | 141 | „ „ |
| | 97 | Blechkantenhobelmaschine | 112 | | 127 | | 142 | Senrechtfräsmaschine |
| …maschine | 98 | Trockenschleifmaschine | 113 | | 128 | Glühofen | 143 | |
| | 99 | | 114 | | 129 | | 144 | |
| | 100 | | 115 | Blechglühofen | 130 | | 145 | |
| …here (Blech) | 101 | Presswasserpumpe | 116 | Ventilator | 131 | Ständer-Radial-Bohrmaschine | 146 | |
| …bohrmaschine | 102 | | 117 | Saugeventilator | 132 | „ „ „ | 147 | Wandschwenkkran |
| „ | 103 | Akkumulator | 118 | Schwenkkran | 133 | „ „ „ | 148 | Säulenradialbohrmaschine |
| …ne | 104 | Schwenkkranz Aufhang. d. Nietm. | 119 | Richtplatte | 134 | Feuerbuchsbohrmaschine | 149 | Anreißplatte |
| | 105 | Nietmaschine | 120 | Langfeuer | 135 | Säulen-Radial-Bohrmaschine | 150 | „ „ |

…chweißerei

Kümpelei

Büro

Büro

Auseinanderbauen

Ausbohrwerke

Kessel-Eingang

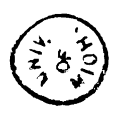
Schiebebühne 3

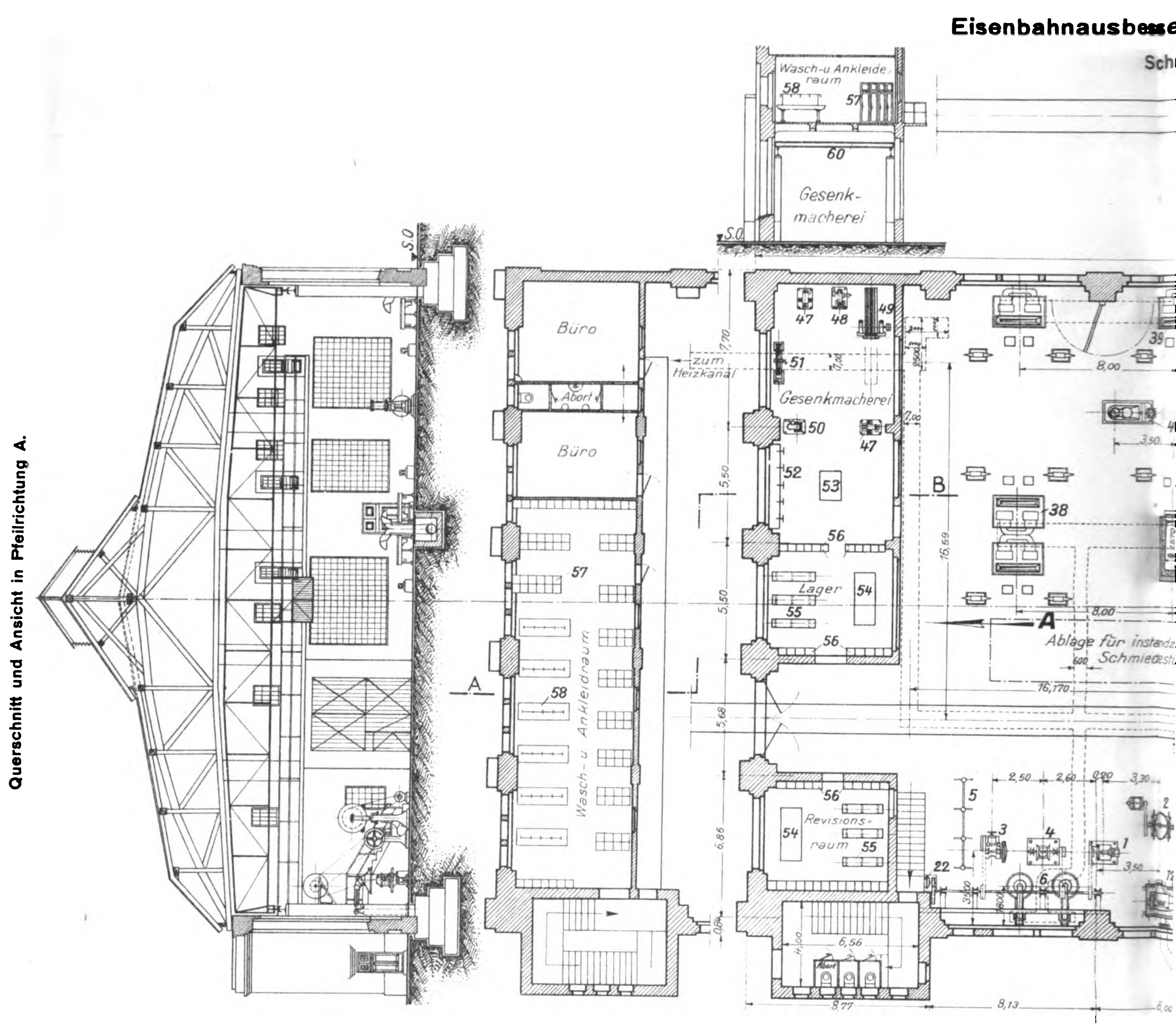
Feuerbüchsen-Bearbeitung

Abort

C. W. Kreidel's Verlag, München.





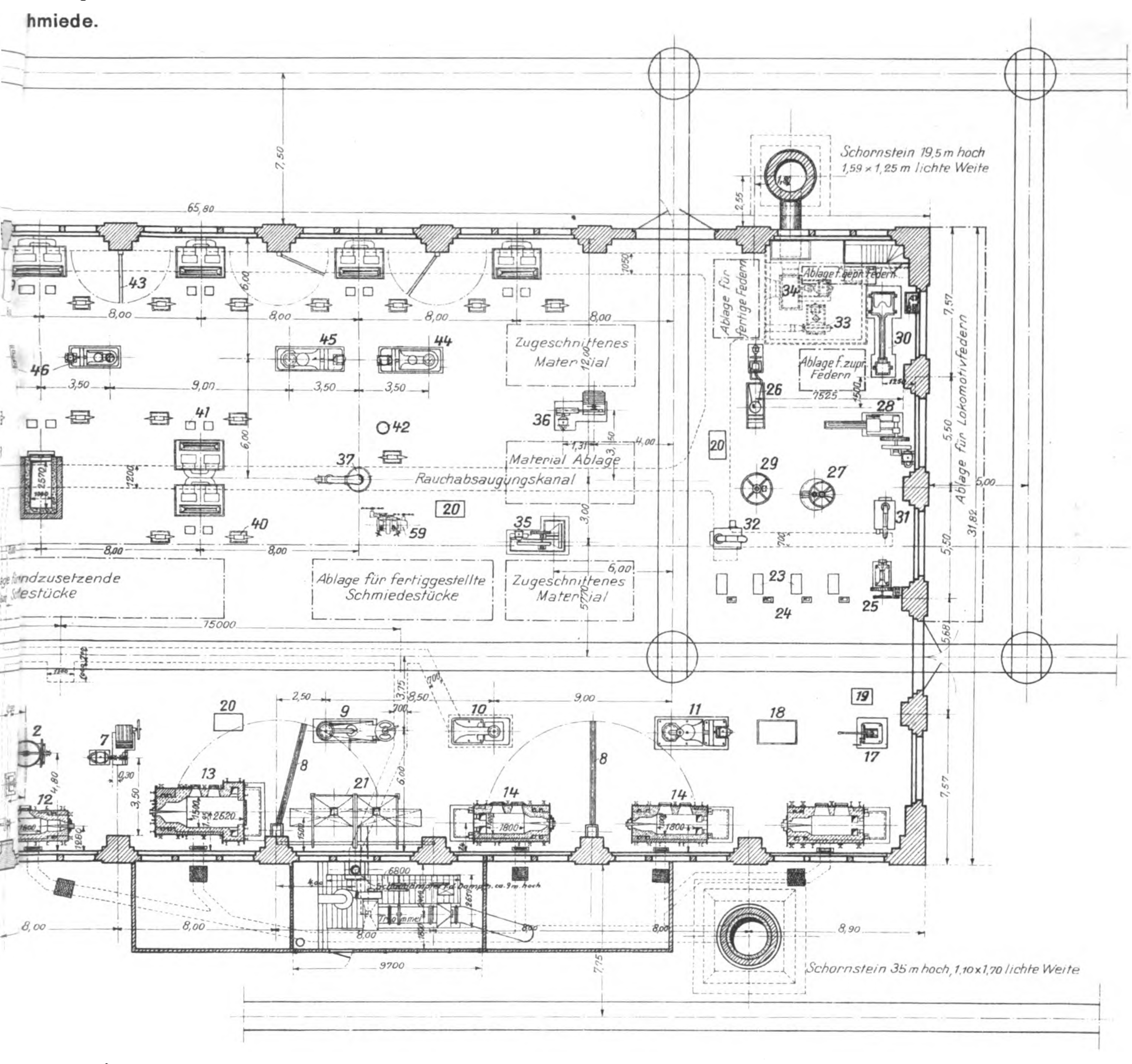



| Nr | Bezeichnung | Nr | Bezeichnung | Nr | Bezeichnung | Nr | Bezeichnung | Nr | Bezeichnung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Abgratmaschine | 11 | Lufthammer | 21 | Kohlenmühlen | 31 | Stangen-Wärmofen | 41 | Stauchplatten |
| 2 | Friktionspresse | 12 | Schmiedeofen | 22 | Motor zur Transmission | 32 | Koks-Schmiedeofen | 42 | Ringhorn |
| 3 | Profileisen-Schere | 13 | Schweißofen | 23 | Richtplatten | 33 | Ventilator mit Motor | 43 | Schwenkkrane |
| 4 | Bolzenniet-Presse | 14 | Schmiedeöfen | 24 | Federricht-Ambosse | 34 | Exhaustor mit Motor | 44 | Lufthammer |
| 5 | Regal | 15 | Anlassofen | 25 | Spitzenpresse | 35 | Schere | 45 | Lufthammer |
| 6 | Anwärmofen | 16 | Glühofen | 26 | Hydr. Federbund-Aufziehpr. | 36 | Kaltsäge | 46 | Lufthämmer |
| 7 | Warmsäge | 17 | Federbiege-Walze | 27 | Augenrollmaschine | 37 | Rundfeuer | 47 | Fräsmaschinen |
| 8 | Schwenkkrane 1,5 t Tragkr. | 18 | Härtetrog | 28 | Federstauchmaschine | 38 | Schmiedeherde | 48 | Shapingmaschine |
| 9 | Dampfhydr. Schmiedepresse | 19 | Richtplatte | 29 | Vorrichtung z. Aufreißen d. Federb. | 39 | Schmiedeherde | 49 | Hobelmaschine |
| 10 | Dampfhammer | 20 | Richtplatten | 30 | Feder-Prüfmaschine | 40 | Ambosse | 50 | Bohrmaschine |

C.W.Kreidel's Verlag. München.

## ahnaus erungswerk Schwerte.

### hmiede.




| Nr. | Bezeichnung |
|---|---|
| 51 | Drehbank |
| 52 | Werkbank |
| 53 | Richtplatte |
| 54 | Revisionstische |
| 55 | Regale |
| 56 | Regale |
| 57 | Kleiderschränke |
| 58 | Waschstellen |
| 59 | Stauchmaschine |
| 60 | Handlaufkran |



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt

**Eisenbahnausbesserung**

**Heizkraftwe**

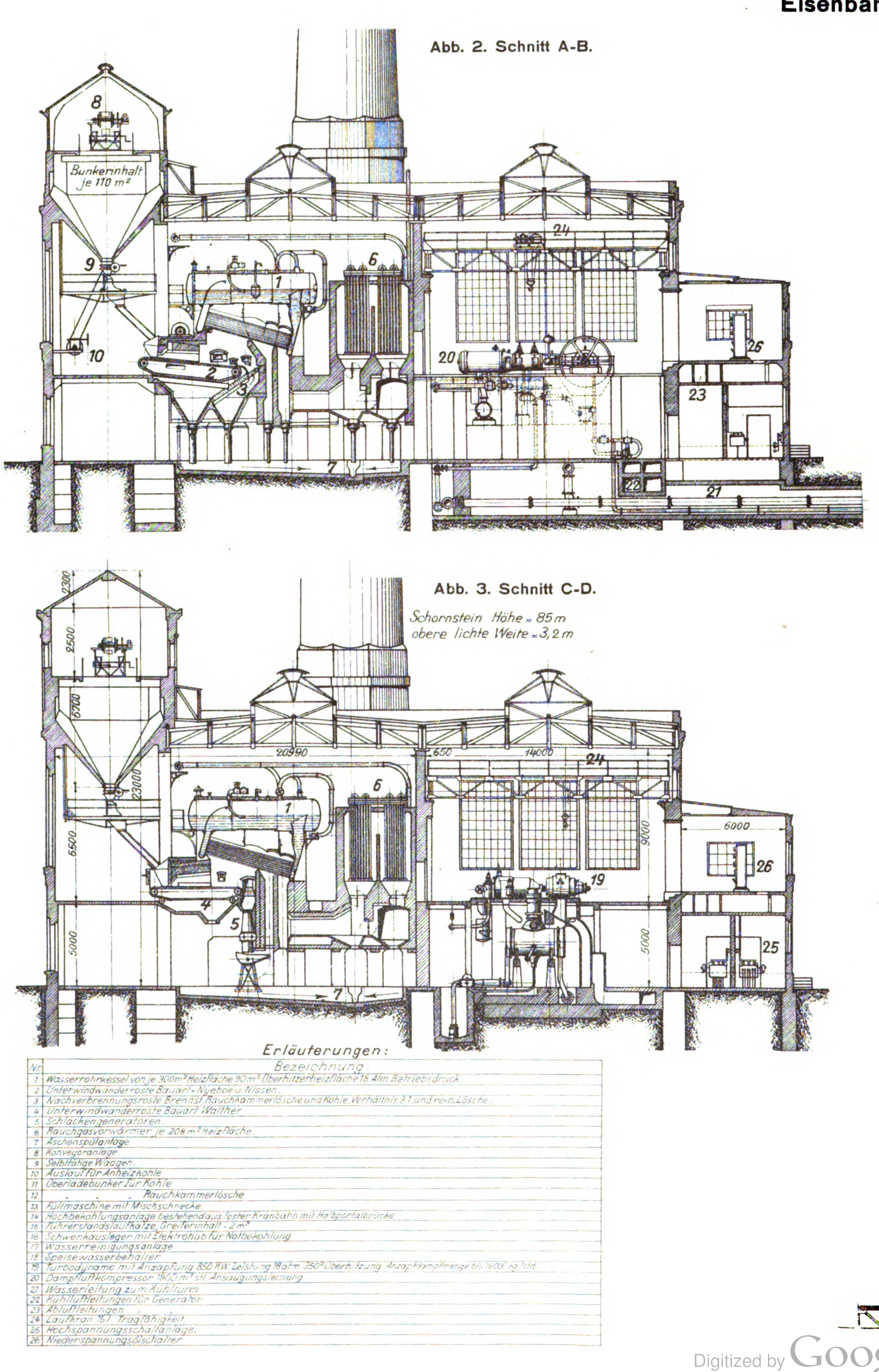



Abb. 2. Schnitt A-B.

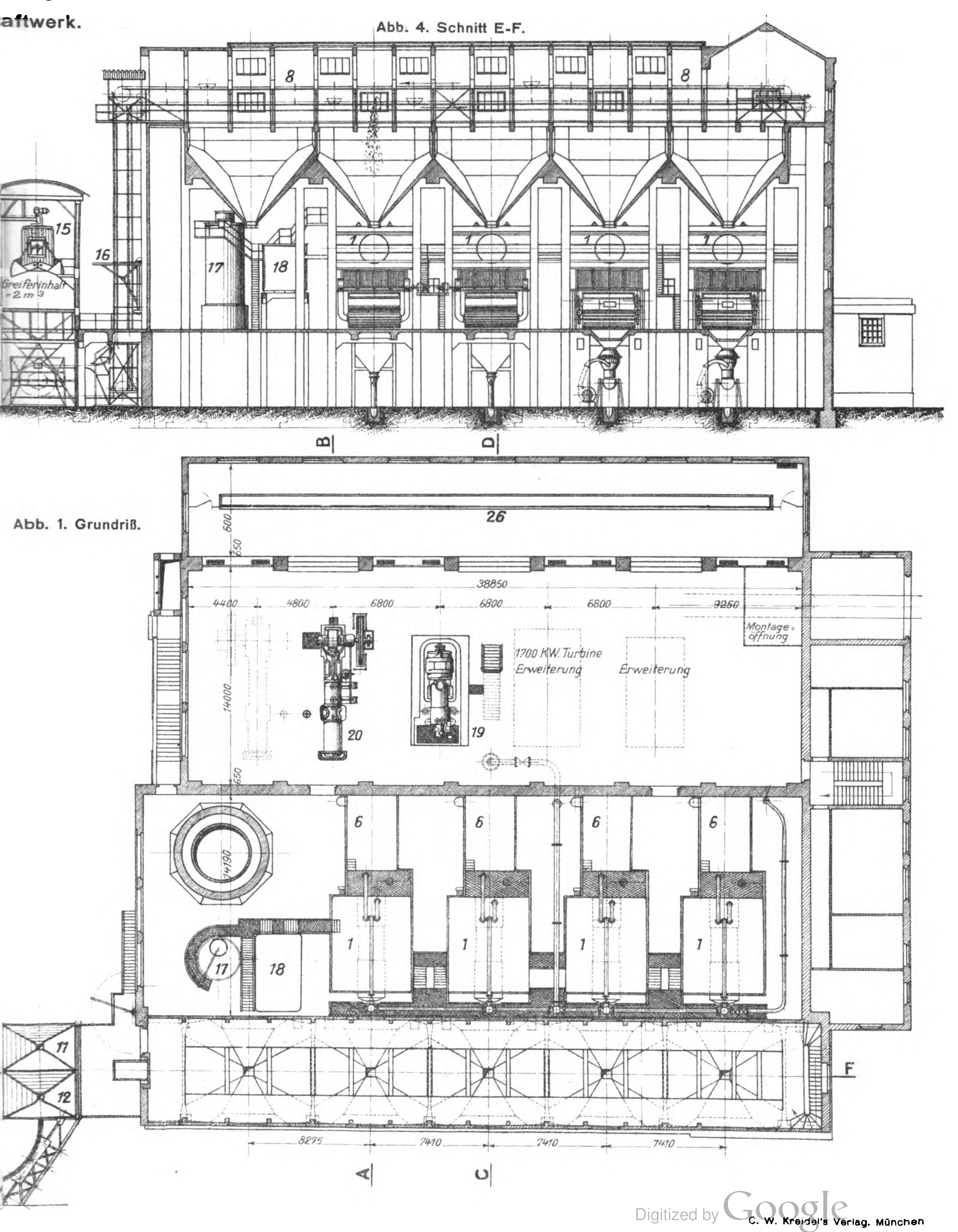
Abb. 3. Schnitt C-D.

Erläuterungen:

| Nr. | Bezeichnung. |
|---|---|
| 1 | Wasserrohrkessel von je 300 m² Heizfläche 90 m² Überhitzerheizfläche 18 Atm. Betriebsdruck. |
| 2 | Unterwindwanderroste Bauart - Nyeboe u. Nissen. |
| 3 | Nachverbrennungsroste. Brennst. Rauchkammerlösche und Kohle, Verhältnis 3:1 und rein. Lösche. |
| 4 | Unterwindwanderroste Bauart Walther |
| 5 | Schlackengeneratoren. |
| 6 | Rauchgasvorwärmer je 208 m² Heizfläche. |
| 7 | Aschenspülanlage |
| 8 | Konveyoranlage. |
| 9 | Selbsttätige Waagen. |
| 10 | Auslauf für Anheizkohle |
| 11 | Überladebunker für Kohle |
| 12 | „ „ „ Rauchkammerlösche |
| 13 | Füllmaschine mit Mischschnecke. |
| 14 | Hochbekohlungsanlage bestehend aus fester Kranbahn mit Halbportalbrücke. |
| 15 | Führerstandslaufkatze, Greiferinhalt = 2 m³ |
| 16 | Schwenkausleger mit Elektrohub für Notbekohlung. |
| 17 | Wasserreinigungsanlage |
| 18 | Speisewasserbehälter |
| 19 | Turbodynamo mit Anzapfung 850 KW. Leistung 18 atm. 350° Überhitzung. Anzapfdampfmenge bis 1600 kg/std. |
| 20 | Dampfluftkompressor 1900 m³ stl. Ansaugungsleistung |
| 21 | Wasserleitung zum Kühlturm |
| 22 | Kühlluftleitungen für Generator |
| 23 | Abluftleitungen |
| 24 | Laufkran 15 t Tragfähigkeit. |
| 25 | Hochspannungsschaltanlage. |
| 26 | Niederspannungsölschalter |

**erungswerk Schwerte.**

**aftwerk.**






C. W. Kreidel's Verlag, München

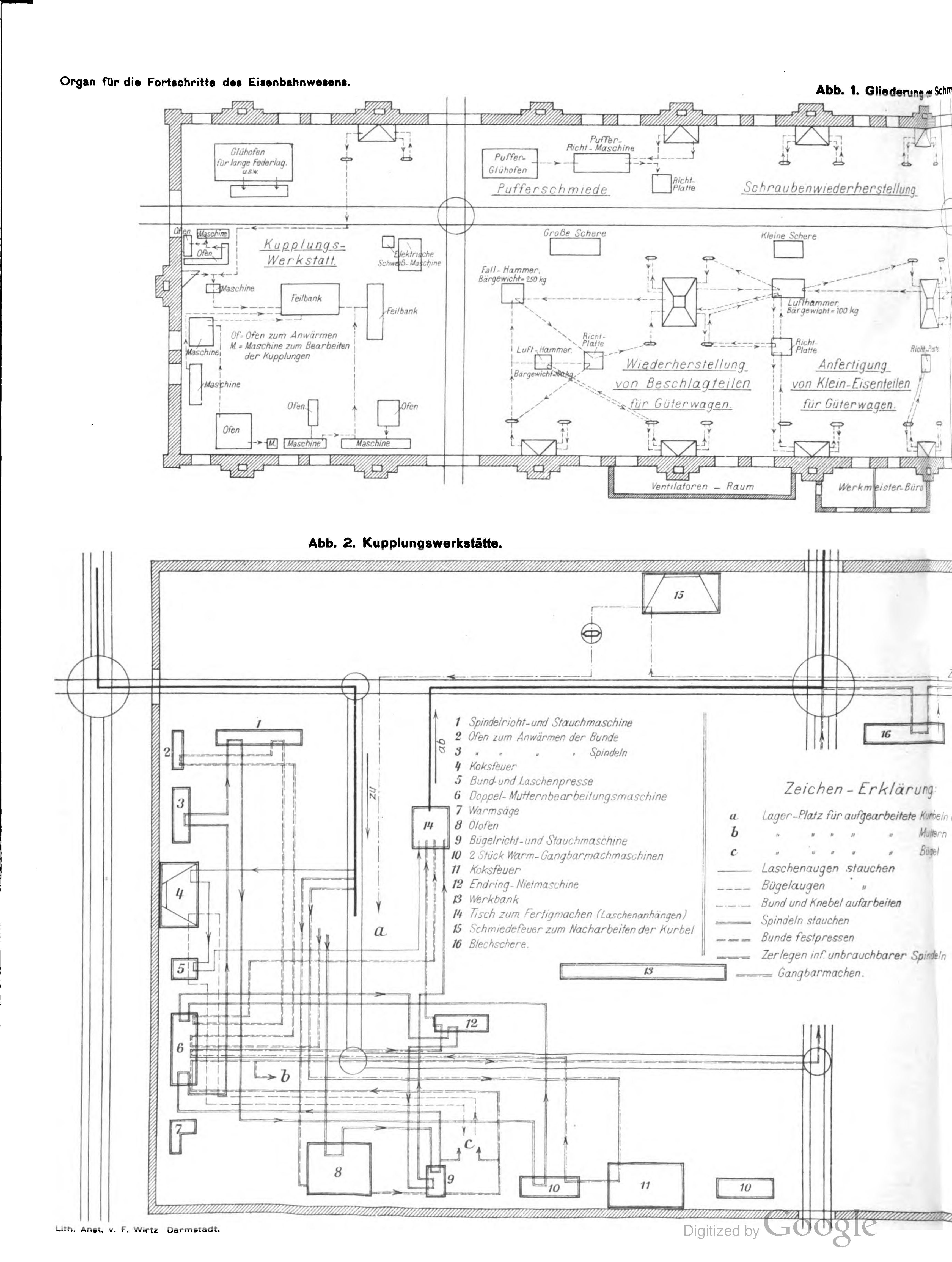



Abb. 1. Gliederung der Schm

Abb. 2. Kupplungswerkstätte.

Lith. Anst. v. F. Wirtz Darmstadt.

der Schmiede.

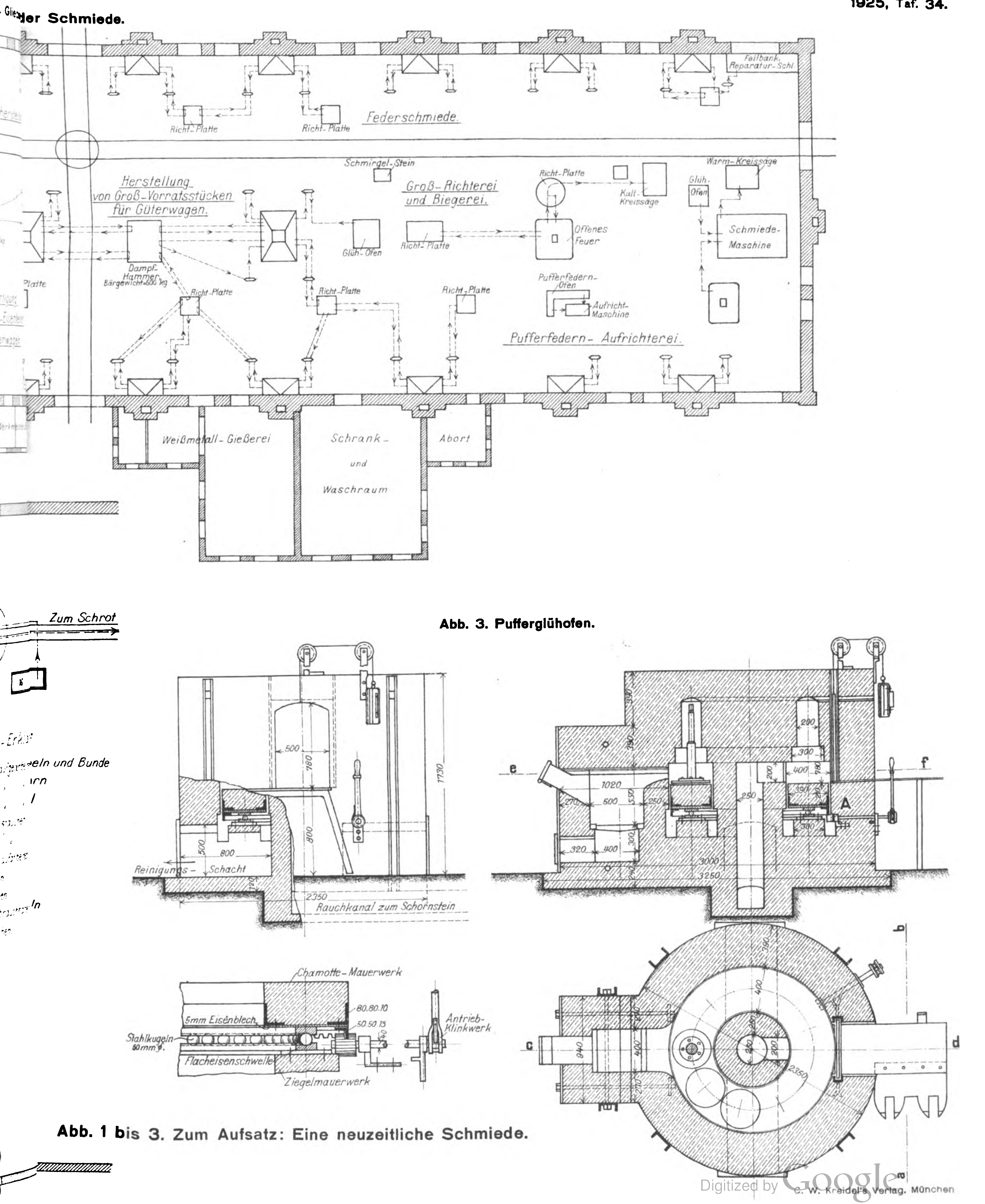



Abb. 3. Pufferglühofen.

Abb. 1 bis 3. Zum Aufsatz: Eine neuzeitliche Schmiede.



Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens
Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen
Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.

80. Jahrgang 30. November 1925 Heft 22

# Schienenschweifsungen bei der Reichsbahndirektion Nürnberg.

Von Reichsbahnoberrat Schönberger, Nürnberg.

Die Reichsbahndirektion Nürnberg hat unter Zustimmung der Gruppe Bayern im November 1924 eine gröfsere Zahl von Stofsschweifsungen an freiliegenden Vignolschienen nach dem aluminothermischen, sog. Goldschmidtschen Verfahren der Elektro-Thermit G. m. b. H., Berlin-Tempelhof ausgeführt. Es wurden insgesamt 172 Schweifsungen unter Verwendung von 12 m langen Schienen der bayerischen Form IX auf Holzquerschwellen (G = 34,87 kg/m) vorgenommen und damit elf lückenlose Gleisstücke von je 60 m Baulänge und je drei desgleichen zu 84 und zu 108 m Länge, somit zusammen 1236 m geschweifsten Gleises hergestellt.

Vier Gleisstücke zu je 60 m Länge wurden sofort im Güterzugeinfahrgleis Stein/Nürnberg Rbf. km 2,394 bis 2,634 eingebaut und werden seither täglich von 16 bis 26 schweren Güterzügen befahren. Dieser Teil der Schweifsstrecke liegt z. T. in einer Geraden z. T. in einem Bogen von 500 m Halbmesser.

Geschweifst wurde neben dem Gleis unter Verwendung von Ersatzschienen. Von dem bestehenden Gleis wurden nur die Schienen entfernt; die Holzschwellen blieben zunächst unter Beibehaltung der alten Einteilung liegen; die Langschienen wurden eingerückt, eingebaut und gegen Schienenwanderung in jedem Gleisstück zunächst so viele Stützklemmen der Bauart Rambacher angebracht, als in den unverschweifsten Stöfsen vorhanden waren. Diese Mafsnahme erwies sich als unnötig, die Stützklemmen wurden deshalb später wieder entfernt. Die Schweifsstellen blieben schwebend ohne unmittelbare Unterstützung durch eine Schwelle. Die 60 m langen Schweifsfelder wurden in der Mitte dadurch verankert, dafs an den vier Mittelschwellen beiderseits je vier Paar Stützklemmen angebracht wurden, die zwar die Bewegungen des Stofses durch die dynamischen Kräfte der Fahrzeuge verhindern, aber die natürliche Längenänderung infolge der Wärmeschwankungen nicht beeinflussen sollten. Besondere Vorkehrungen für den Wärmeausgleich wurden vorerst nicht getroffen. Die zwei aneinanderstofsenden Langschienen wurden vielmehr nach den Regelplänen verlascht. Die Schienenlöcher liefsen eine Längenänderung von 20 mm zu. Es wurde also damit gerechnet, dafs das Gleis Druck- und Zugspannungen bei den höchsten und niedrigsten Temperaturen aufnehmen würde. Die Annahme erwies sich als richtig; es traten während der Versuchszeit keine schädlichen Wirkungen ein und namentlich im Sommer 1925 wurde auch die Gegenprobe geliefert und das Gleis durch den Einbau von behelfsmäfsigen Ausdehnungsstöfsen mit 50 mm Auszugslänge entspannt.

Das Gleis liegt auf einer Dammstrecke und ist jederzeit der Sonnenbestrahlung ausgesetzt. Die Gleisbettung besteht aus lockerem Flufskies, ein Bettungsstoff, der mangels einer entsprechenden Verspannung seiner Einzelteile, sowohl hinsichtlich der Druckübertragung auf den Untergrund, als auch hinsichtlich des Widerstandes gegen die Schienenwanderung und gegen seitliche Verdrückungen für den Versuch recht ungünstige Verhältnisse brachte. Eine Schienenwanderung wurde trotzdem bis jetzt nicht beobachtet.

Die weiterhin vorhandenen geschweifsten Langschienen wurden zur Beobachtung ihrer Längenausdehnung zunächst seitlich aufgelegt, und erst in den heifsesten Tagen dieses Sommers derart eingebaut, dafs an die im Herbst 1924 verlegten vier Schweifsfelder zu je 60 m weitere sieben Felder von gleicher Länge angeschlossen wurden. Nach diesen folgen drei Felder zu je 84 und drei zu je 108 m Länge; die vier Mittelschwellen sämtlicher Schweifsfelder sind wie bei den im November 1924 verlegten Langschienen mit je acht Stützklemmen verankert. Um die Längenänderung der Schienen zu ermöglichen, wurden fünf Ausdehnungsstöfse mit 50 mm Auszug eingebaut und beiderseits mit den Langschienen verschweifst. Die Ausziehstöfse wurden angeordnet:

1. Am Beginn und Ende der Versuchsstrecke.
2. Nach den elf Stück 60 m-Schweifsfeldern.
3. Nach zwei 84 m-Feldern.
4. Nach einem weiteren 84- und einem 108 m-Feld.

Die übrigen Langschienen sind unter sich in der gewöhnlichen Weise verlascht.

Die Ausdehnungsstöfse wurden in verschiedenen Ausführungen geprobt. Am besten hat sich bis jetzt die Anordnung nach Abb. 1 bewährt. Es ist aber auch noch ein Vorschlag der Firma H. Hesse G. m. b. H., Berlin-Rosenthal zur Erprobung in Aussicht genommen.

Im November 1925 wurden in der 1236 m langen Versuchsstrecke bei + 10° C mittlere Temperatur die Temperaturlücken in der Weise geregelt, dafs die gewöhnlichen Laschenstöfse wie auch die Ausziehstöfse genau auf die Hälfte ihres Auszuges eingestellt wurden, wobei als Grenzen der Wärmeschwankungen — 20° und + 40° C angenommen sind. Für jeden Grad Wärmeunterschied ändert sich die Lückenweite bei den

60 m-Schienen um 0,66 mm
84 » » » 0,92 »
108 » » » 1,18 »

Es ist hierbei mit der für Eisenstahl praktisch und wissenschaftlich feststehenden mittleren Längenausdehnungszahl $\alpha = 0{,}000011$ ($\pm$ 5) gerechnet. Die an den gewöhnlichen Laschenstöfsen und an den Ausdehnungsstöfsen gröfstmöglichen Temperaturfugen entsprechen etwa der halben theoretischen Gröfse der Längenausdehnung der geschweifsten Schienen.

Die Versuchsstrecke wurde gegen die Übertragung von Wandererscheinungen aus dem anliegenden Gleis dadurch gesichert, dafs beiderseits der Versuchsstrecke auf etwa 20 m Länge sämtliche Schwellen der anschliefsenden Laschenstöfse mit je ein Paar beiderseits wirkenden Rambacher Stützklemmen versehen und aufserdem die an die Endfelder anschliefsenden verlaschten Gleisstöfse durch Steinwürfel fest verankert wurden. Für die Beobachtung etwa eintretender Wanderungen der Schienenmitten

**Auf die Nachricht am Schluß des Heftes betreffend Ergänzungsband des Organs über die Arbeiten des Technischen Ausschusses in der Frage der selbsttätigen durchgehenden Güterzugbremse wird hingewiesen.**

oder von seitlichen Verdrückungen sind besondere Vorkehrungen getroffen.

Bei der endgültigen Regelung der Versuchsstrecke wurde an jedem Schweifsstofs je eine Schwelle herausgenommen und die regelmäfsige Schwelleneinteilung durchgeführt.

Aufser den Schienenstöfsen wurden noch einige Übergangsstöfse während des Betriebes im Gleis geschweifst. Diese haben sich voll bewährt, durch den Entfall der Laschenbrüche und der ständigen Auswechslungs- und Nacharbeiten an den Übergangsstöfsen wurden schon viele Kosten erspart.

Abb. 1.

Die Versuchsstrecke (Abb. 2) liegt in dem mittleren von drei Güterzugeinfahrgleisen, deren Verkehrsbelastung nicht sehr wesentlich voneinander abweicht. Das Gleis rechts hat Eisenquerschwellen-Oberbau derselben Schienenform und liegt in Kalkschotter. Das Gleis links hat Holzquerschwellen-Oberbau und liegt wie die Versuchsstrecke in Flufskies. Es ist beabsichtigt, auch noch das Eisenquerschwellengleis zu schweifsen und dann für diese drei Gleise Beobachtungen über den jährlichen Unterhaltungsaufwand zu machen.

Weiters werden mit Genehmigung der Gruppe Bayern in verschiedenen weiteren Gleisen des Rangierbahnhofs Nürnberg namentlich in den Ablaufgleisen Schweifsungen in gröfserem Umfang durchgeführt, durch die der Laufwiderstand gemindert und der selbsttätige Ablaufbetrieb günstig beeinflufst werden soll. Auch in diesen Strecken wird der Unterhaltungsaufwand beobachtet werden.

Bisher zeigte sich, dafs die Versuchsstrecke sich ruhig befährt, dafs die seitlichen Schwankungen und Schlingerbewegungen der Fahrzeuge entfallen, der Zug fast geräuschlos auf den Langschienen dahinfährt und selbst die noch verbleibenden Laschenstöfse wenigstens bei der Güterzuggeschwindigkeit nur noch wenig zur Wirkung kommen.

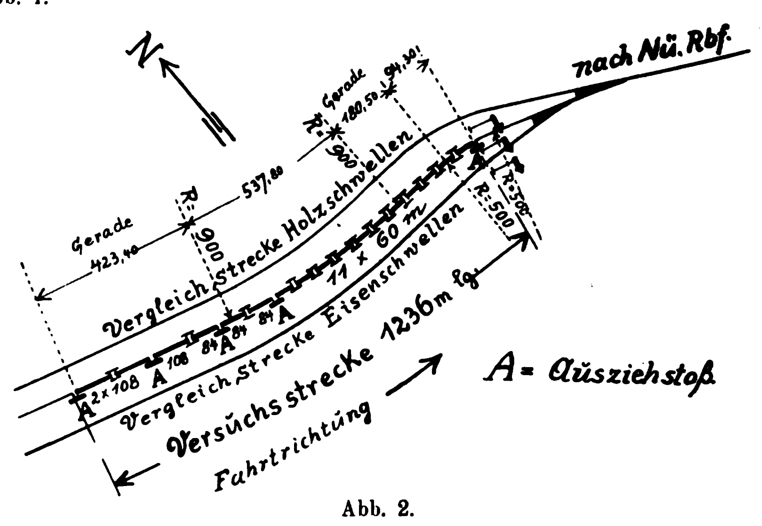



Abb. 2.

Um nachzuweisen, welchen Einflufs die Weifsgluthitze und die chemischen Vorgänge der Thermitschweifsung auf die Zusammensetzung und das Gefüge des Schienenstahles ausüben,

und um ferner eine Gewähr zu haben, dafs der geschweifste Schienenstofs auch vollständig betriebssicher ist, wurden mit einer 12 m langen gleichartigen Schiene bayerischer Form IX, wie sie bei den Stofsschweifsungen verwendet wurde, verschiedene Proben angestellt.

### 1. Zerreifsprobe.

Es wurde aus dem Schienenkopf einer geschweifsten Schiene ein Zerreifsstab auf kaltem Wege herausgearbeitet und gleichzeitig aus einer nicht geschweifsten Schiene gleicher Herkunft ein entsprechender Stab hergestellt und beide der Zerreifsung unterworfen. Die nachstehende Zusammenstellung zeigt das Ergebnis.

| Zerreifsversuche | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Durchmesser oder Dicke des Probestabes mm | Querschnitt des Probestabes qmm | Entfernung der Körner mm | Bruchbelastung kg | Belastung auf das qmm des ursprünglichen Querschn. kg | Dehnung in % der ursprünglichen Entfernung der Körner | Bemerkungen |
| Schweifsstofs | | | | | | Bruch in der Schweifsnaht |
| 25,0 ∅ | 490,9 | 200 | 25600 | 52,15 | 4 | |
| Ursprüngliche Schiene: | | | | | | |
| 19,8 | 307,9 | 200 | 18200 | 59,11 | 13 | |

Nach diesen Zahlen lag die Zerreifsfestigkeit der ursprünglichen Schiene nur 7 kg/qmm höher als beim Schweifsstofs. Es entspricht jedoch auch die Zugfestigkeit des Schweifsstofses noch der für gewalzten Flufsstahl von Sondergüte geforderten Festigkeit (44 bis 52 kg/qmm).

### 2. Kugeldruckproben.

Diese sind nach Mafsgabe der folgenden Skizze (Abb. 3) auf der Fahrfläche der geschweifsten Schiene vorgenommen. Sie zeigen, dafs die Kugeldruckhärte des Schweifsstofses nur an der Übergangszone (55 mm beiderseits der Schweifsfuge) unwesentlich geringer ist als bei der ursprünglichen Schiene.

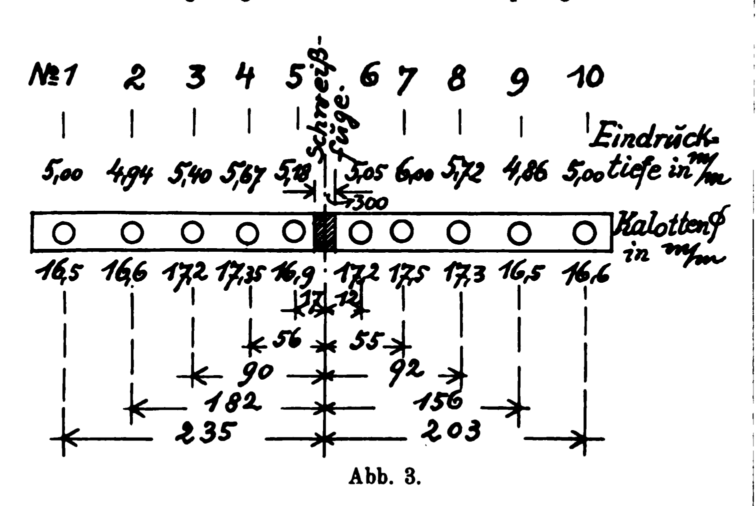



Abb. 3.

### 3. Ätzproben.

Die folgenden Abbildungen (4 bis 9) sind vierzigfach vergröfserte (im Bilde auf ³/₄ des photographischen Originals verkleinert) mikrophotographische Aufnahmen eines mit vierprozentiger, alkoholischer Salpetersäure geätzten Schweifsstofses, die zur Feststellung des Einflusses der Schweifsung, sowie der chemischen Einwirkung auf das Gefüge der Schienen hergestellt sind. Beachtenswert ist die erhebliche Veränderung des Gefüges des Schienenstahles innerhalb der stark erhitzten Schweifszone, sowie die scharfe Abgrenzung des Überganges (siehe Abb. 8). Bei den unter 5 beschriebenen Schlagversuchen sind an dieser Stelle die Brüche entstanden.

### 4. Biege- und Bruchproben (Versuch 1).

Es wurde eine alte Schiene der Form IX mit den aus Abb. 10 ersichtlichen Abmessungen, die nach dem aluminothermischen kombinierten Verfahren mit Vorwärmung geschweifst war, unter einer hydraulischen Presse bei 1 m freier Länge (Abb. 10) mit langsam wachsendem Druck zu Bruch gebracht und zwar wurde die Schiene zunächst bis zu einer Durchbiegung von 5 mm belastet, hierauf entlastet und die bleibende Durchbiegung festgestellt. Es erfolgte hierauf eine weitere Belastung bis zu 15 mm Durchbiegung, worauf wiederum eine Entlastung und Messung der bleibenden Durchbiegung erfolgte. Hierauf wurde die Belastung bis zum Bruch fortgesetzt. Die Ergebnisse sind in folgender Übersicht zusammengestellt:

| Gesamtdruck in kg | Elastische Durchbiegung mm | Bleibende Durchbiegung mm | Bruchspannung $k = \frac{P}{4} \cdot \frac{l}{W}$ kg/qcm | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|
| 25400 | 4 | — | 4970 | |
| 33800 | 5 | 1 | 5420 | |
| 36600 | 7 | — | 5870 | |
| 45000 | 15 | 14,5 | 7200 | Keine Risse, strahlenförmige Flufsfiguren im Fufs und Steg neben dem Umgufs |
| 45000 | 20 | — | 7200 | |
| 48000 | 22 | — | 7700 | Kopfrifs |

Der Bruch verlief durch die Schweifsnaht bis etwa Mitte Steg. Hierauf wurde die Schiene umgedreht und der Druck auf den Schienenkopf ausgeübt, bis der Bruch bei einer Belastung von 52000 kg in der Mitte der Schiene erfolgte. Bruchbelastung k = 8300 kg/qcm.

#### Versuch 2.

Schweifsung wie voriger Stofs ungeglüht. Der Stauchwulst und das hervorstehende Schweifsblech waren an der Lauffläche abgearbeitet, der Versuch erfolgte im übrigen unter denselben Bedingungen wie bei 1. Die Ergebnisse waren:

| Gesamtdruck in kg | Elastische Durchbiegung mm | Bleibende Durchbiegung mm | Bruchspannung $k = \frac{P}{4} \cdot \frac{l}{W}$ kg/qcm | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|
| 8450 | 1 | — | 1350 | |
| 36690 | 5 | 3 | 5870 | |
| 33800 | 6 | — | 5420 | |
| 42200 | 14 | 11 | 6750 | |
| 43700 | 17 | — | 7000 | vollständiger Bruch |

Die bei den obigen Versuchen für den Schweifsstofs erreichten Bruchspannungen überschreiten die für gewalzten Flufsstahl vorgeschriebenen Mindestbeanspruchungen von 4500 kg/qcm beträchtlich. Der Schweifsstofs entspricht also in dieser Beziehung den Anforderungen.

### 5. Schlagproben.

Es wurden mit zwei aluminothermisch geschweifsten Schienenstücken Schlagversuche ausgeführt. Die Versuchsanordnung geht aus Abb. 11 hervor. Das Ergebnis zeigt die folgende Zusammenstellung Seite 481.

**Mikrophotographische Aufnahmen eines thermit-geschweifsten Schienenstofses bayrische Form IX zur Feststellung des Einflusses der Schweifsung (thermische Behandlung) sowie der chemischen Einwirkung auf das Gefüge der Schiene.**
**Die Originalaufnahmen haben 40fache Vergröfserung.**

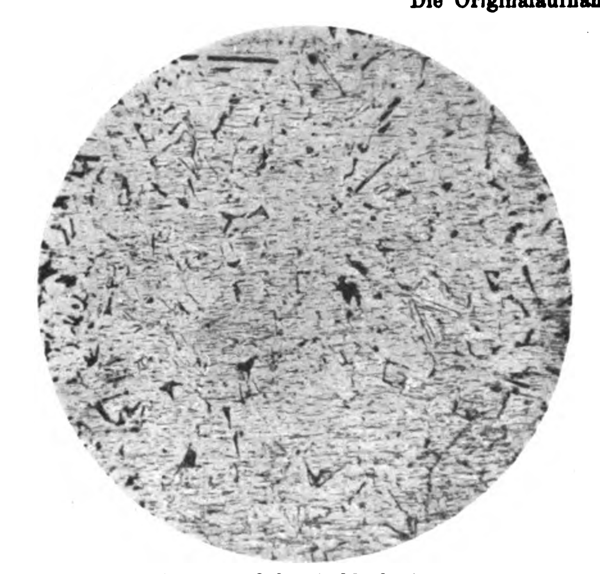


Abb. 4. Schweifsblechmitte.
(Ferrit mit eingesprengten Perlitkörnern.)

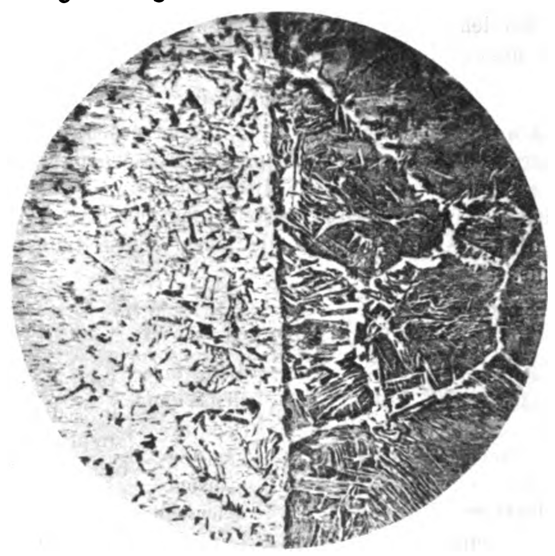


Abb. 5. Schweifsfuge.
(Verdichtung der Ferritadern an der Fuge.)

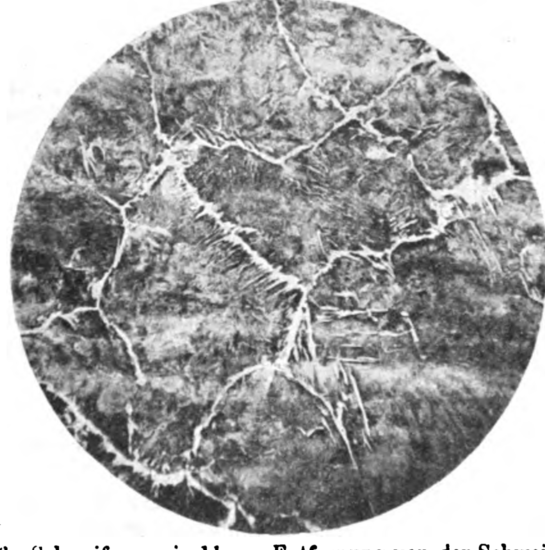


Abb. 6. Schweifszone in 11 mm Entfernung von der Schweifsfuge.
(Grobe Perlitkörner von Ferritadern umzogen, stark erhitzt.)

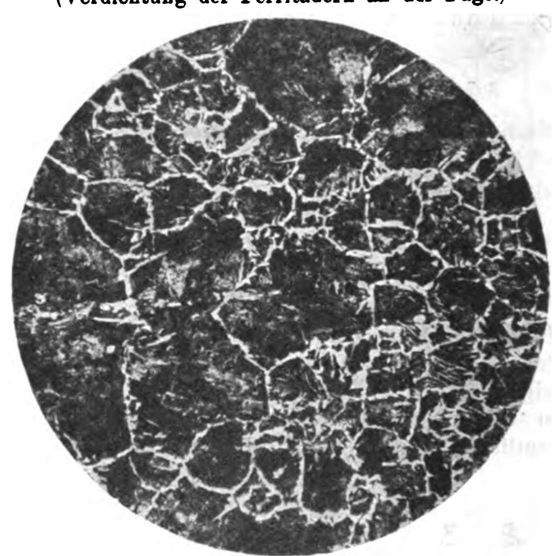


Abb. 7. Schweifszone in 32 mm Entfernung von der Schweifsfuge.
(Unregelmäfsig gestaltete Perlitkörner von Ferritadern umspannt.)

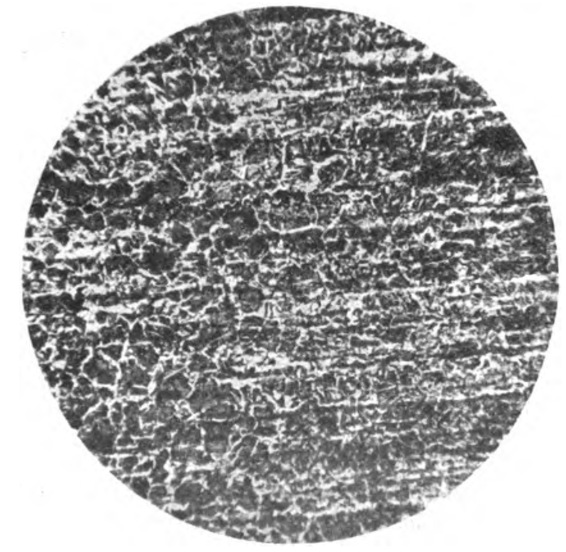


Abb. 8. Übergang in 65 mm Entfernung von der Schweifsfuge. (An der Fliefsgrenze gegen die Schweifszone unregelmäfsiges Korn, auf der anderen Seite Walzzeilenbildung des ursprünglichen Gefüges.)

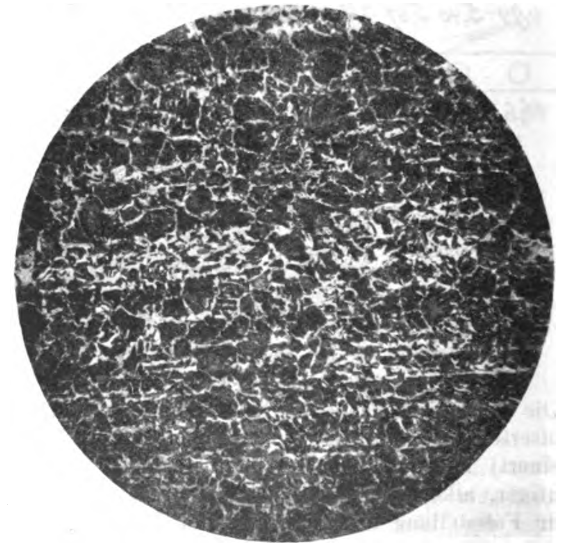


Abb. 9. Ursprüngliches Schienengefüge in 175 mm Entfernung von der Schweifsfuge. (Zeilenbildung im Perlitgefüge, ziemlich grobes Korn.)

| Auflager-entfernung m | Fallgewicht G kg | Fallhöhe = h m | Schlagmoment kg/m | Durchbiegung nach dem Schlage in mm 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Versuch 3. | | | | | | | |
| 1,00 | 100 | 2 | 200 | 0 | — | — | — | — | — | — | |
| 1,00 | 100 | 4 | 400 | — | 2,5 | — | — | — | — | — | |
| 1,00 | 100 | 4,5 | 450 | — | — | 5,5 | — | — | — | — | |
| 1,00 | 100 | 5,5 | 550 | — | — | — | 10 | — | — | — | |
| 1,00 | 100 | 5,5 | 550 | — | — | — | — | 13 | — | — | |
| 1,00 | 100 | 5,5 | 550 | — | — | — | — | — | Bruch | | |
| | | | | Versuch 4. | | | | | | | |
| 1,00 | 100 | 2,00 | 200 | keine Durchbiegung | | | | | | | Stoſs wurde nach der Schweiſsung ausgeglüht |
| 1,00 | 100 | 4,00 | 400 | Bruch | | | | | | | |

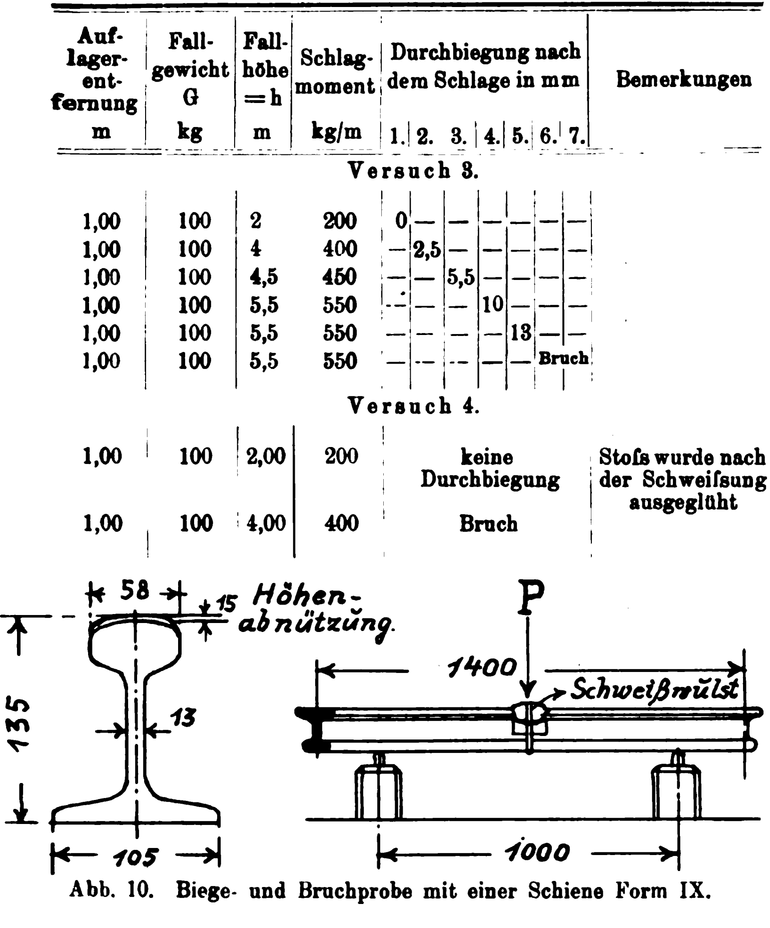



Abb. 10. Biege- und Bruchprobe mit einer Schiene Form IX.

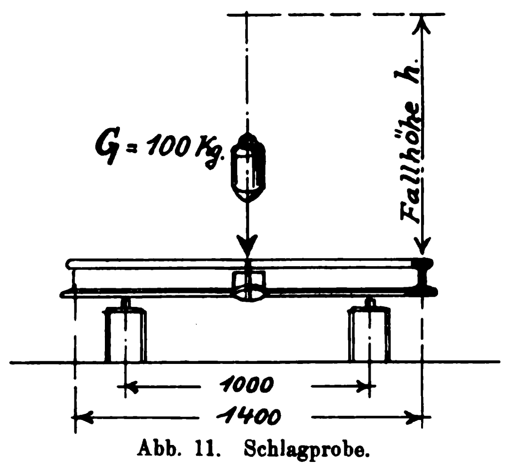



Abb. 11. Schlagprobe.

Die beiden Schlagproben haben den zur Zeit bestehenden Vorschriften für die Abnahme von Schienen nicht entsprochen. Für Schienen bayerisches Profil IX wird nach den Abnahmebedingungen vom August 1907 für den ersten Schlag ein Arbeitsmoment von 3000 kg m verlangt und für die übrigen Schläge bis zur Erreichung der vorgeschriebenen Durchbiegung von 100 mm ein Schlagmoment von 1200 kg.

### 6. Verschleiſsproben

wurden zur Feststellung des Abnutzungswiderstandes des Schweiſsstoſses im Vergleich mit jenem der ursprünglichen Schiene nach dem Prüfverfahren von Oberbaurat Spindel, Innsbruck vorgenommen. Nach den mit der Spindelschen Prüfmaschine ermittelten Schaubildern (Abb. 12) ist die Verschleiſsfestigkeit des Schweiſsstoſses gröſser als jene der ursprünglichen Schiene, denn bei gleicher Verschleiſstiefe (Ordinate der Eindringkurve) sind die Schleifzeiten beim Schweiſsstoſs gröſser als an der ursprünglichen Schiene (siehe Abb. 12, Schaubild 1 bis 6 und 7 bis 10). Die Versuche wurden mit einem geschweiſsten Übergangsstoſs Form IX/X ausgeführt; sowohl Schiene Form IX wie X ergab dasselbe Bild.

Die Laboratoriums- und Werkstattversuche haben ergeben, daſs der Schweiſsstoſs die für Schienen vorgeschriebene Festigkeit aufweist, daſs auch der Verschleiſswiderstand zu Zweifeln keine Veranlassung gibt, daſs er dagegen eine erheblich gröſsere Sprödigkeit besitzt als die gewalzte Schiene, und deshalb gegen Schlagkräfte wesentlich empfindlicher ist als diese. Die bisherigen praktischen Erfahrungen im Betriebe geben aber keinen

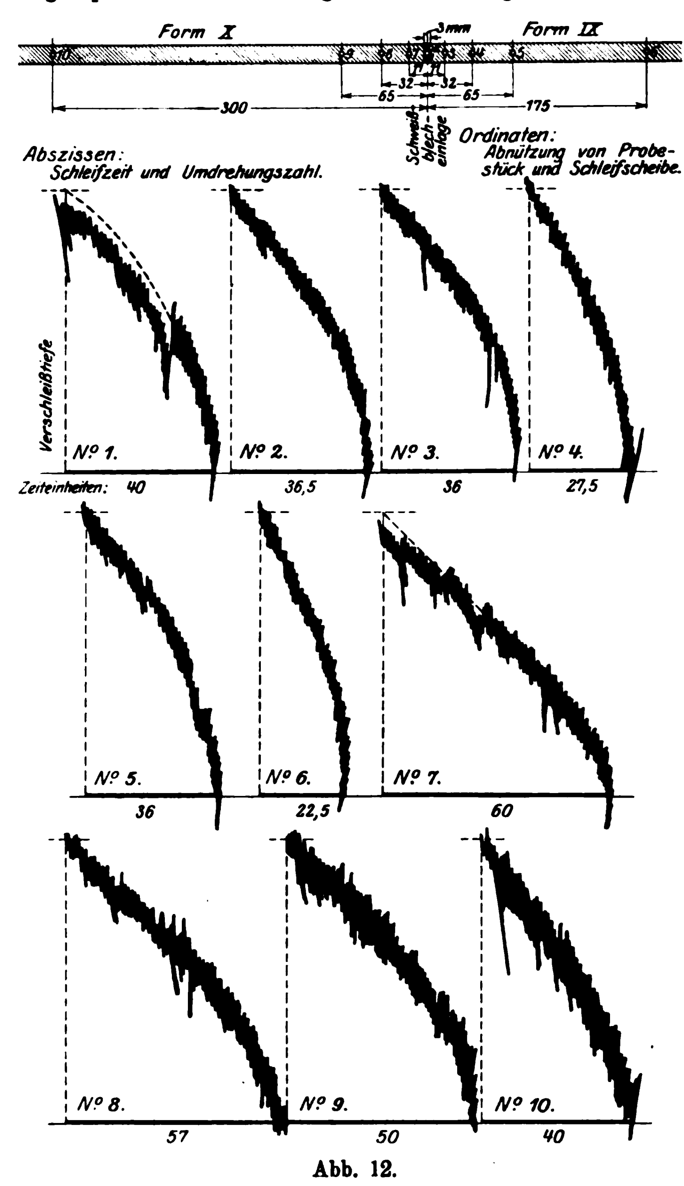



Abb. 12.

Anlaſs zu der Annahme, daſs der Schweiſsstoſs den gerade durch die Verschweiſsung wesentlich geminderten Schlagbeanspruchungen des Betriebes nicht widerstehen sollte. Die schon vor Jahren ausgeführten Schienenschweiſsungen im Eisenbahngleis in Ungarn, in Mecklenburg und in der Schweiz haben sich seither bewährt (vergl. Aufsatz im Organ 1925, Heft 7, Seite 163), aber auch neuerliche Ausführungen bei der Reichsbahn, die den Beanspruchungen neuzeitlicher Betriebsmittel unterworfen sind, haben bisher zu keinen Beanstandungen geführt. Es ist hier neben den vorangeführten Nürnberger Schweiſsungen auf die Stoſsschweiſsungen auf der Brücke in Steinau der Strecke Breslau—Glogau zu verweisen, die nunmehr

seit Mai 1923 in ununterbrochenem Betriebe liegen, sowie auf die Schweifsungen von 116 Stöfsen im Schlüchterner Tunnel auf der Strecke Frankfurt—Bebra, die seit September 1924 einen überaus dichten und schweren Schnellzugverkehr aufgenommen haben, ohne Mängel zu zeigen.

Angesichts der nicht in vollen Einklang mit einander stehenden Ergebnisse in Laboratorium und Werkstatt einerseits und den Erfahrungen auf der Strecke andererseits entsteht die Frage, ob die in den Versuchen festgestellte geringe Widerstandsfähigkeit des Schweifsstofses gegen Schlagkräfte im Vergleich zur gewalzten Schiene den Ansprüchen des Betriebes genügt. Hierzu ist zu bemerken, dafs rechnungsmäfsig die Kraft der Schläge, welche von den Betriebsmitteln auf die Schienen ausgeübt werden, nicht zu erfassen ist, und es deshalb auch nicht möglich ist, auf Grund rechnungsmäfsiger Betrachtungen Mindestforderungen für die Widerstandsfähigkeit gegen Schlagkräfte aufzustellen. Man ist also hier lediglich auf die Erfahrungen im Betrieb angewiesen, wobei zu beachten ist, dafs die stärksten Schläge auf die Schienen zweifellos an den Stofslücken des Schienenstofses ausgeübt werden und dafs mit dem Fortfall dieser Lücken durch die Schweifsung auch die Schlagwirkung auf die Schienen ganz erheblich verringert wird. Es hat hiernach den Anschein, als ob die Widerstandsfähigkeit des geschweifsten Stofses für die Betriebsbeanspruchungen genügt, aber die bisherigen guten Erfahrungen sind doch noch nicht umfangreich genug, um heute schon endgültig einen günstigen Schlufs daraus zu ziehen. Ebenso ungerechtfertigt wäre es jedoch, etwa auf Grund der Werkstattversuche die Betriebstüchtigkeit des Schweifsstofses in Abrede zu stellen. Diese Frage kann und wird nur durch praktische Erprobung auf der Strecke beantwortet werden, wobei aber der Umfang der bisherigen Versuchsstrecken nicht genügen kann, um in absehbarer Zeit ein abschliefsendes Urteil zu gewinnen.

Da manche Veröffentlichungen über Schienenschweifsungen Zweifel lassen über die Art der angewandten Schweifsung möchte noch darauf aufmerksam zu machen sein, dafs elektrisch geschweifste Stöfse nur eine begrenzte Lebensdauer haben und deshalb jetzt auch bei Strafsenbahnen nur noch dort angewandt werden, wo ein sonst schon abgenutztes Gleis noch eine bestimmte Zahl von Jahren durchgehalten werden soll. In Amerika wurde bisher nur elektrisch geschweifst. Wenn daher die im Organ 1925 Heft 16, Seite 326 erwähnten Schlagproben für Schienenstöfse ungünstige Ergebnisse liefern sollten, so treffen diese sicher auf elektrisch geschweifste Schienenstöfse. Ein Thermitstofs wurde bis jetzt durch die Schlagwirkungen des Betriebes nicht zum Bruche gebracht.

Bei dem Gedanken an weitere Versuchsschweifsungen kann man nicht an der Frage vorbei, ob solche unter dem Gesichtspunkte der Betriebssicherheit zugelassen werden können, denn auch im Versuche darf naturgemäfs der Betrieb nicht gefährdet werden. Eine Betriebsgefahr kann in zwei Richtungen gesehen werden: sie kann durch einen Schienenbruch oder durch eine Gleisverwerfung entstehen. Was die Gefährdung durch einen Schienenbruch betrifft, so sei darauf hingewiesen, dafs nach der im Auftrage des Reichsverkehrsministeriums durch das Eisenbahn-Zentralamt bearbeiteten Statistik der im Betriebe befindlichen Eisenbahnen Deutschlands in den Rechnungsjahren 1920—1922 im ganzen 13232 Schienenbrüche gezählt und 7 Unfälle nachweisbar oder möglicherweise durch Schienenbrüche veranlafst wurden, so dafs auf rund 1900 Schienenbrüche eine Entgleisung treffen würde. Durch die gleiche Statistik ist auch nachgewiesen, dafs die Zahl der Schienenbrüche ständig abnimmt und von 10814 im Jahre 1906 auf 4790 im Jahre 1922 zurückgegangen ist und dafs gleicherweise auch die Zahl der Entgleisungen sinkt, die mit einem Schienenbruch in Verbindung gebracht werden können. Es mufs bei derartigen Zahlen angenommen werden, dafs die bei den Brüchen eingetretenen Entgleisungen nicht auf die Schienenbrüche allein, sondern auch auf andere Begleitumstände zurückzuführen sind und man kann annehmen, dafs bei dem heutigen Oberbau unserer Reichsbahn auch eine gebrochene Schiene ohne jede Gefährdung von Zügen aller Art befahren werden kann. Trotzdem würde es verständlich sein, wenn Beamte im Gefühle ihrer grofsen Verantwortlichkeit Bedenken tragen, geschweifste Stöfse in Schnellzuggleise einzubauen, weil bei einem etwaigen Unfall hier Menschenleben auf dem Spiele stehen. Ein Eisenbahnunglück auf solcher Strecke, auch wenn es in Wahrheit in gar keiner Beziehung zu der Schienenschweifsung steht, könnte sehr leicht dem verantwortlichen Beamten zur Last gelegt werden. Diese Bedenken können aber nicht für Gütergleise auf Verschubbahnhöfen bestehen, woselbst in den allerungünstigsten Fällen einer Entgleisung nur Materialschaden in Frage kommt. Auch gibt es zahlreiche Güterzugstrecken, die einen so schweren und dichten Verkehr aufweisen, dafs auch hier die Festigkeit und Widerstandsfähigkeit der Schweifsstöfse auf die denkbar härteste Probe gestellt werden kann. Wenn auf diese Weise Schritt für Schritt Erfahrungen gesammelt sind, kann auch zur Schienenschweifsung auf Schnellzugstrecken übergegangen werden.

Was die Gefahr der Gleisverwerfung betrifft, so sind bisher Gleisverwerfungen überaus selten beobachtet, sie treten erfahrungsgemäfs nur ein, wenn bei festgerosteten Laschen und sehr grofser Wärme die Schwellen ungenügend eingedeckt liegen, was besonders bei unsachlich durchgeführter Unterhaltung vorkommen kann. In dieser Richtung müfste naturgemäfs bei geschweifsten Schienen mit erhöhter Vorsicht verfahren werden.

Nicht ganz mit Unrecht wird bei dem System der Stofsschweifsung von Langschienen unter Zwischenschaltung verlaschter Stöfse der Nachteil hervorgehoben, dafs die wenigen verbleibenden Ausgleichstöfse zeitweise eine so grofse Fuge aufweisen werden, dafs hier alle Schäden des Laschenstofses in erhöhtem Mafse auftreten. Nach den bisherigen Vorschlägen sollen bei 60 m Langschienen an den zwischenliegenden Laschenstöfsen gröfste Stofslücken von 20 mm durch entsprechende Ausgestaltung der Laschenlöcher zugelassen werden, so dafs also bei tieferen Temperaturen achsiale Zugspannungen im Schienengestänge auftreten müssen, die durch die Laschenbolzen von Schiene zu Schiene übertragen werden. Die gröfste mögliche Stofslücke von 20 mm ist nun ein Mafs, das auch jetzt schon in Gleisen recht häufig anzutreffen ist und zu besonderen Beanstandungen nicht führt. Trotzdem wird zu prüfen sein, ob nicht für die zwischen den Langschienen verbleibenden Schienenstöfse eine Stofsform zu wählen ist, welche eine Überbrückung der Stofslücken gewährt. Man kann dabei an die Auflauflaschen (auch Stofsfanglaschen genannt) denken, die allerdings in Verbindung mit Stofsbrücken angewandt werden müfsten, damit die ungünstige Knickbeanspruchung ausgeschaltet wird. Es erscheint auch sehr wohl möglich, durch geeignete neue Stofsverbindungen einen gröfseren Auszug an der Stofsstelle zu ermöglichen, was dann wieder die Anwendung noch gröfserer Schweifslängen zulässig machen würde.

Eine oft geäufserte Einwendung gegen die Einführung der Schweifsung in gröfserem Mafsstabe richtet sich gegen die Schwierigkeit der Beseitigung etwaiger Schienenbrüche. Dieses Bedenken ist nicht gerechtfertigt. Für den Fall von Schienenbrüchen sind heute alle Bahnmeistereien mit Notlaschen versehen, mit denen sofort ein Schienenbruch, ohne Laschenlöcher bohren zu müssen, gedeckt werden kann. Genau die gleiche Vorrichtung kann beim Bruch von Schienen an der Schweifsstelle benutzt werden mit der einzigen Änderung, dafs die vorrätig zu haltenden Laschen eine kleine Kröpfung aufweisen müssen, mit der sie den stets gleich geformten Schweifswulst umfassen. Die endgültige Instandsetzung wäre so vorzunehmen, dafs an

der Bruchstelle ein Schienenstück von einigen Metern Länge ausgeschnitten und ein Ersatzstück zunächst mit Laschenverbindung eingesetzt wird. Die Auswechslung kann, wenn zwei Schienensägen benutzt werden und die Laschenlöcher bereits vorher gebohrt sind, in einer halben Stunde erfolgen. Ist ein autogener Schneidapparat vorhanden, so kann diese Zeit noch erheblich unterschritten werden. In zwei folgenden Betriebspausen sind dann die beiden Laschenstöfse nachträglich zu verschweifsen.

Ein weiteres Bedenken gegen eine allgemeine Aufnahme der Schienenschweifsung im Eisenbahnbau wird vielfach in den Schwierigkeiten gesehen, die bei Wiederverwendung abgenutzter Schienen in Strecken leichteren Betriebes entstehen können. Das bei den Reichsbahnen jetzt noch bestehende Bedürfnis wirtschaftlichster Ausnutzung des Schienenmaterials erfordert es, dafs die Schienen entsprechend ihrer Abnutzung und Tragfähigkeit aus Gleisen schweren Betriebes in solche minder schweren, gegebenen Falles noch zum dritten Male, in Gleise noch leichteren Betriebes umgelegt werden. Es ist klar, dafs geschweifste Schienen von 60 m Länge und mehr praktisch nicht versendbar sind und zu diesem Zwecke zerschnitten werden müssen. Hierbei kann man nun entweder so verfahren, dafs jede Schiene zwischen den Schweifsstöfsen einmal geschnitten wird und die so gewonnenen Schienen von neuem verschweifst werden, wobei man in den umgelegten Gleisen die doppelte Zahl von Schweifsstellen bekommt, oder man kann auch jeden Schweifsstofs auf etwa 10 bis 15 cm herausschneiden, wobei dann alle Schienen eine entsprechende Verkürzung ihrer Länge erfahren.

Welches Verfahren bei der Umlegung geschweifster Gleise vorzuziehen wäre, läfst sich heute mangels Erfahrungen nicht bestimmt sagen. Wenn der Schweifsstofs diejenige Festigkeit im Betriebe zeigt, die man bei umfassender Anwendung fordern mufs, d. h. wenn Brüche zu den ganz seltenen Erscheinungen gehören, dann würde es auch ohne wesentlichen Belang sein, ob die Zahl der Schweifsstellen sich durch die Gleisumlegung verdoppelt, denn der Schweifsstofs verliert den Charakter des Schienenstofses und verhält sich wie das durchgehende Gleis. Aber auch das Ausschneiden der Stöfse unter Verkürzung der Schienen ist möglich. Allerdings würde eine solche Verkürzung der Schienen eine Abweichung von der normalen Schwellenteilung notwendig machen. Nachdem aber bereits Schienen der allerverschiedensten Längen in den Betriebsgleisen liegen, dürfte hierin ein besonderer Nachteil um so weniger zu sehen sein, als bei umfassender Verwendung der Schienenschweifsung die Verkürzung der Schiene um ein ganz bestimmtes, in allen Fällen einzuhaltendes Mafs auch zur Regel werden würde, und die so verkürzte Schiene in die Normen des Regelbaues aufzunehmen wäre.

Im übrigen geht das Streben dahin, möglichst wenig und möglichst leistungsfähige Formen zu verwenden und die früher gewählten zu leichten Formen auszubauen. Der neue Reichsoberbau sieht auch schon für weniger wichtige Bahnen eine ziemlich kräftige Schienenform vor. Es ist deshalb anzunehmen, dafs künftig die Wiederverwendung ausgebauter Schienen seltener wird und die einmal liegenden Schienen bis zum endgültigen Verschleifs ausgenutzt werden.

Was das Schneiden der Schienen anbetrifft, so darf diese Arbeit nicht überschätzt werden. Mit einer guten Handsäge können zwei Arbeiter in 20 Minuten eine Schiene durchsägen. Wiederholt sich aber diese Arbeit häufig im Betrieb, so lassen sich Motorsägen unschwer dafür ausbilden, ebenso, wie man auch mit einem autogenen Schneidapparat in wenigen Minuten die Trennung der Schienen bewirken kann. Eine schädliche Änderung des Materialgefüges an der Schnittstelle findet beim autogenen Schneiden nicht statt. Die angestellten Untersuchungen haben gezeigt, dass eine Materialveränderung an der Schnittfläche in achsialer Richtung der Schienen nur auf 1 mm Tiefe eintritt und schon deshalb nicht schädlich sein kann. Überdies wirkt sich diese Änderung des Materials nur in einer erhöhten Härte desselben aus.

Als ein besonders naheliegendes Anwendungsgebiet für die Schienenschweifsung würden insbesondere in erster Zeit Gleise in Frage kommen, die aus Schnellzugstrecken ausgebaut und in Güterzugstrecken wieder eingebaut werden. Bei diesen Umbaustrecken fällt als besonderer Vorteil ins Gewicht, dafs der Verschleifs der Schienen in den Laschenkammern, der bei jeder neuen Verlaschung die Güte des Stofses sehr herabdrückt, beim Verschweifsen gar keine Rolle spielt. Auch die verschiedene Abnutzung alter Schienen, die bei Neuverlegung mit Laschen immer zu kleinen Stufen im Stofs führt, ist bei der Verschweifsung nicht nachteilig, weil es unschwer möglich ist, jeden Stofs so einzurichten, dafs Fahrkante und obere Fahrfläche der aneinanderstofsenden Schienen bündig miteinander liegen. Diese Umstände bedingen, dafs die Verschweifsung bereits benutzter Schienen ein aufserordentlich gutes Gleis herzustellen ermöglicht, während aus den vorgenannten Gründen die Verlaschung alter Gleise oft nur mangelhafte Stöfse liefert. Es zeigt sich hiernach bei näherer Prüfung, dafs die Stofsschweifsung in bezug auf Materialausnutzung bei zweckentsprechender Organisation keinerlei Nachteile im Gefolge zu haben braucht, wohl aber bringt die Verschweifsung alter Laschengleise ganz besondere technische Vorteile, die mit einer Verlaschung nicht erreichbar sind.

Es ist im Vorangehenden versucht worden, an Hand der bisherigen Versuche und Erfahrungen die wesentlichsten Einwände, die bisher gegenüber der Anwendung der Schienenschweifsung bei den Reichsbahnen gemacht sind, kritisch zu prüfen. Man erkennt, dafs mancherlei Zweifel noch zu klären und sicher noch sehr viele Erfahrungen zu sammeln sind, ehe ein abschliefsendes Urteil darüber gewonnen werden kann, welche Stellung der Schienenschweifsung im Rahmen des Eisenbahngleisbaues einzuräumen ist. Aber andererseits sind weder die bisherigen Erfahrungen irgendwie entmutigend, noch sind die Bedenken, die man geltend machen kann, derart, dass sie nicht bei gutem Willen überwindbar scheinen.

Welch ungeheure Unterhaltungskosten der Laschenstofs jahraus, jahrein erfordert, weist Reichsbahnoberrat Lauböck in seinem Aufsatz »Gleisbau und Gleisunterhaltung mit Eisenbetonrosten« in der Zeitschrift »Die Gleistechnik« Jahrgang 1925, Heft 8—12 nach. Wenn sich die Schienenschweifsung im Betriebe bewährt, könnte sie berufen sein, diesen Ausgabeposten der Reichsbahn bis auf ein Viertel seiner Höhe herabzudrücken, eine Möglichkeit, welche die umfassendste Prüfung der Frage in Theorie und Praxis geradezu kategorisch verlangt. Man wird aber in keinem Zweifel darüber sein, dass die bisherigen Versuche und praktischen Ausführungen der Schienenschweifsung auch nicht annähernd umfangreich genug sind, um in irgendwie absehbarer Zeit ein hinreichend grosses Erfahrungsmaterial zu liefern, auf Grund dessen eine grundsätzliche Einführung oder Ablehnung der Schweifsung in Frage kommen kann. Wenn daher eine an sich vielversprechende, in hohem Mafse wirtschaftliche Neuerung nicht von vornherein derart gehemmt werden soll, dass sie in absehbarer Zeit sich nicht auswirken kann, oder womöglich, wie es so häufig das Schicksal deutscher Erfindungen war, erst über das Ausland zu uns zurückkehren soll, dann ist es notwendig, dass weitere Versuche gemacht werden. Geeignet für eine solche Probe ist jede längere Güterzugstrecke mit dichtem, schwerem Betrieb, der hohe Anforderungen an die Widerstandskraft des Gleises stellt. Dort wird nicht nur am ehesten beobachtet werden können, welche Schwierigkeiten sich u. U. für Neubau, Betrieb und Unterhaltung durch die Schweifsung ergeben, sondern umgekehrt auch, welche Vorteile technischer und wirtschaftlicher

Art bei der Schweifsung zu erwarten sind. In verhältnismäfsig kurzer Zeit können dann bereits bestimmte Ergebnisse vorliegen, die die Grundlage für weitere Entschlüsse bilden können. Ebenso wird es empfehlenswert sein, bei der Umlegung alter Gleise auf Strecken minderer Verkehrsbelastung die alten Schienen zu schweifsen, um auch für diese im Eisenbahnbau sich besonders häufig wiederholenden Fälle die Vorteile der Schweifsung durch Erfahrung festzustellen.

## Wirtschaftlichere Gestaltung der Bahnunterhaltung durch Anwendung des Stampfverfahrens.

Von Reichsbahnrat **Faatz**, Ansbach.

Hierzu Tafel 35.

Durch die Einführung eines gröfseren Achsdruckes und der damit verbundenen Verstärkung der Schienen (Reichsoberbau) mufs auch ein anderes tragendes Glied eine bedeutsame Verstärkung erfahren, das bisher weniger beachtet wurde, das ist die Bettung. Ich erinnere nur daran, dafs weder die Druckrichtung von der Unterkante der Schwelle durch die Bettung auf die Unterbaukrone, noch die Gröfse der zulässigen Pressung auf die Unterbaukrone genauer festgelegt ist, wodurch sich naturgemäfs Verschiedenheiten in der Bettungsstärke in den einzelnen Ländern ergeben. Es ist klar, dafs je sorgsamer die Bettungsgestaltung ist, desto länger der Oberbau hält. Beide Glieder, Bettung und Schwellen mit Schienen, sind auf Gedeih und Verderb aufeinander angewiesen.

In der gestellten Aufgabe handelt es sich nun darum, ein wirtschaftliches Verhältnis der Stärke der Bettung zu dem neuen Achs- oder Raddruck festzulegen; denn die bisherige Bettungsstärke genügt dem neuen Raddruck nicht mehr; auch soll zugleich dem neuen Einbettungsverfahren nähergetreten werden. Die angestrebte Verstärkung der Bettung ist dringend erforderlich, um eine entsprechende Schonung des neuen in Einführung begriffenen Reichsoberbaues zu erreichen.

Nun kann diese Verstärkung neben andern Mitteln (z. B. durch Eisenbetonroste) in der Hauptsache auf verschiedene Art vorgenommen werden: entweder durch Vergröfserung der Bettungshöhe oder durch Schwellenmehrung, um eine bessere Druckverteilung zu erzielen, oder durch ein billigeres Mittel und zwar durch das in letzter Zeit eingeführte Stampfen der Bettung und der Unterbaukrone oder durch Anwendung der verschiedenen Mittel im Zusammenhange.

In der Bahnunterhaltung kannte man bisher nur das Kramp- oder Stopfverfahren, d. h. die Schwellen einer Gleisstrecke wurden sowohl beim Bau wie bei der Unterhaltung mit Stopfhacke oder Stopfmaschine durchgekrampt. Für diese Arbeit darf man für ein Gleis und für 1 km mindestens 100 Tagschichten annehmen. (Bei stärker befahrenen Gleisen nach Försters Taschenbuch, 2. Auflage, S. 1435, sogar noch bedeutend mehr.)

Gelingt es nun, diesen sehr erheblichen Arbeitsaufwand auf irgendwelche Art und Weise, wenn auch nur um ein geringes, herabzudrücken und wird trotzdem eine ruhige Gleislage erzielt, so wird damit bei der Gröfse des Netzes der Deutschen Reichsbahn (mehr als 50000 km) ein erheblicher wirtschaftlicher Vorteil erreicht. Es verlohnt sich daher, den im Gange befindlichen Versuchen, die Bettungssohle zu dichten und die Bettung zu stampfen, rechnerisch näher zu treten, um auf Grund theoretischer Untersuchung in engster Fühlungnahme mit der Natur zu ermitteln, ob dieses Verfahren in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht dem bisherigen Krampverfahren gleichwertig oder überlegen ist, um damit entscheiden zu können, ob seiner Einführung gröfsere wirtschaftliche Bedeutung beizumessen ist. Diese Untersuchung ist um so notwendiger, als bisher günstige Erfahrungen vorliegen.

Bevor auf die theoretische Untersuchung eingegangen wird, soll kurz das Verfahren geschildert werden. Vor Aufbringen der Bettung wird die Bettungssohle gemäfs der festgelegten Höhe und entsprechend dem Quergefälle mit ebenen, 30 bis 40 kg schweren Pufferscheiben gleichmäfsig gestampft und soweit verdichtet, dafs der Boden mit Sicherheit den von der Bettung zu übertragenden Druck aufnehmen kann. Dann werden in Längsabständen von 2,5 bis 3,0 m die Höhen durch je zwei, farbig umringelte, in den Boden eingeschlagene Eisenstäbchen festgelegt und der einzubringende Schotter in Lagen bis zu höchstens 10 cm genügend gestampft (was nach ungefähr 3 Stampfschlägen an derselben Stelle erreicht wird), bis in Höhe von Schwellenunterkante ein ebenes Bett vorhanden ist. Durch Zuhilfenahme von Setzlatte und Libelle wird diese ebene Fläche unter allen Umständen erzielt. Sodann werden die vorher ausgesuchten, gleich hohen Schwellen, sowie die Schienen verlegt und die noch vorhandenen kleineren Gleisunebenheiten zuletzt durch Einbringen von Splitt oder Grus unter die Schwellen ausgeglichen.

Auf Grund dieser Arbeitsweise ist ein gleichmäfsiges und sattes Aufliegen der Schwellen (vorerst immer Holzschwellen vorausgesetzt) gewährleistet, womit dann auch die theoretischen Voraussetzungen zu der nachstehend angestellten Berechnung erfüllt sind.

Eine Stampf-Versuchsstrecke dieser Art wurde in meinem Bezirk (Eisenbahn-Bauinspektion Ansbach) im Mai/Juni 1923 auf der Linie Treuchtlingen—Würzburg zwischen km 69 und 70 hergestellt. Der beigegebene Plan (Taf. 35) zeigt den Vergleich der Stofseinschläge zwischen Stampf- und Krampstrecke nach 15monatiger Liegedauer. Hiernach ergibt sich, dafs innerhalb desselben Zeitraumes fast doppelt so grofse Stofseinschläge bei der Krampstrecke als bei der Stampfstrecke unter den gleichen Verhältnissen sich gebildet haben. Dieser Umstand spricht sehr zugunsten des Stampfverfahrens, weil die Gröfse der Stofseinschläge als direktes Mafs der aufzuwendenden Unterhaltungsarbeit angenommen werden darf. Bei der genannten Versuchsstrecke wurde ein Streifen von 50 cm in der Mitte des Gleises leichter gestampft, um ein Reiten der Schwellen zu verhüten; denn diese Bauweise in der Mitte ist erforderlich, um die durch das Stampfen erzielte Schotterverspannung nicht aufzuheben. Dieses Verfahren hat sich gut bewährt. Dafs auf diese Verspannung grofser Wert zu legen ist, ergibt sich daraus, dafs bei der anschliefsenden Stampf-Versuchsstrecke mit nachher eingebauten Eisenbetonrosten an den Stöfsen die Stofseinschläge gröfser sind als bei der Versuchsstrecke ohne Roste. (Siehe ebenfalls Taf. 35).

### Rechnerische Untersuchung der erzeugten Schwellenauflagerdrücke und der Schwellenbeanspruchung.

Nach dem bisherigen Krampverfahren, wonach die Schwellen hauptsächlich unter der Schiene gestopft wurden und somit ein gleichmäfsiges Auflager der Schwellen auf der Bettung nicht gewährleistet ist, da die einzelnen untergekeilten Steine den Hauptdruck aufnahmen, konnte eine rechnerische Untersuchung der Druckverteilung nicht genau angestellt werden. Anders ist dies beim Stampfverfahren; denn hier ist die gleichmäfsige Auflagerung der Schwelle als Rechnungsvoraussetzung fast einwandfrei gegeben.

Die Lösung wurde versucht auf Grund des Zimmermannschen Verfahrens (vgl. Föppl, Technische Mechanik, 3. Bd., S. 258 usw).

Rechnerische Unterlagen: Achsdruck 25 t; Raddruck 12,5 t; Stofsziffer 1,5.

1. Daher dynamischer Raddruck $12{,}5 \cdot 1{,}5 = 18{,}75\,t = G$. Dieser Raddruck G wirkt nicht nur auf die unter dem Rad

befindliche Schwelle, sondern verteilt sich auch auf die Nachbarschwellen. Die Schwelle unter dem Rad nimmt daher einen Höchstschienendruck auf von $P = \frac{G}{n}$; also nur einen Teil von G. Der Nenner n beträgt durchschnittlich 1,92, (siehe Verkehrstechnische Woche, Sonderausgabe März 1923, der Eisenbahnoberbau S. 17). Damit ist P gegeben.

$$P = \frac{G}{n} = \frac{18{,}75}{1{,}92} = 9{,}765 \text{ t} \backsim 10 \text{ t}.$$

2. Das Trägheitsmoment einer Schwelle I. Kl. nach Abb. 2 beträgt rund $\Theta = 7800 \text{ cm}^4$.

3. Als Bettungsziffer k wurde, da Versuche für gestampfte Strecken noch fehlen, die Zahl 10 angenommen; da k für Schotter auf festem Erdkörper nahezu schon 8 ist (siehe Vorschrift der ehemaligen Bayrischen Eisenbahnen für die Herstellung und Unterhaltung des Bahnoberbaues 1907, S. 12). k dürfte in Wirklichkeit sogar noch etwas höher sein; zur Sicherheit sei jedoch k = 10 gewählt.

4. Die Elastizitätszahl E für Kiefer und Fichte beträgt E = 108000 kg/qcm bzw. 111000 kg/qcm, für Eiche 100000 kg/qcm und für Buche E = 128000 kg/qcm auf Biegung, (siehe Förster, Taschenbuch für Bauingenieure, 2. Aufl. 1914, S. 520). Als Mittel sei E = 100000 kg/qcm gewählt.

5. p = Gegendruck in kg/cm Länge der Schwelle.

6. y = elastische Einsenkung in cm.

Mit diesen Angaben wurde nun die Rechnung durchgeführt.

Der Zusammenhang zwischen der elastischen Einsenkung y und dem Drucke p für die Längeneinheit der Schwelle ist durch die Gleichung

$p = k \cdot y \cdot b$ gegeben . . Gl. 1); b = Schwellenbreite.

Die Differentialgleichung der elastischen Linie lautet:

$$E\,\Theta \cdot \frac{d^4 y}{dx^4} = -p = -k \cdot y \cdot b \quad . \quad . \quad \text{Gl. 2)}$$

Die Lösung dieser Differentialgleichung lautet allgemein:

$$y = C_1 \cdot e^{\alpha x} \cdot \cos \alpha x + C_2 \cdot e^{\alpha x} \cdot \sin \alpha x + C_3 \cdot e^{-\alpha x} \cdot \cos \alpha x + C_4 \cdot e^{-\alpha x} \cdot \sin \alpha x \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{Gl. 3)}$$

wobei C die willkürlichen Konstanten sind, während

$$\alpha = \sqrt[4]{\frac{k \cdot b}{4\,E\,\Theta}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{Gl. 4)}$$

Es ergeben sich 8 Gleichungen mit 8 Unbekannten für die 2 Äste der elastischen Einsenkungslinie bis zur Mitte der Schwelle (s. Abb. 1) (4 Unbekannte für den 1. Ast der elastischen Einsenkung $C_1$, $C_2$, $C_3$ und $C_4$ und 4 Unbekannte für den 2. Ast der elastischen Einsenkung $C_5$, $C_6$, $C_7$ und $C_8$).

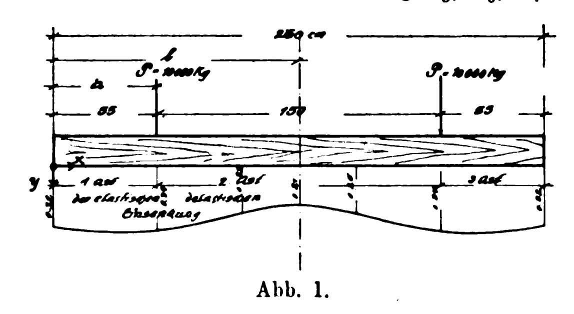



Abb. 1.

Die 8 Gleichungen lauten:

1'. $C_2 - C_4 = 0$

2'. $C_1 - C_2 - C_3 - C_4 = 0$

3'. $C_1 \cdot m_1 + C_2 \cdot m_2 + C_3 \cdot m_3 + C_4 \cdot m_4 - C_5 \cdot m_1 - C_6 \cdot m_2 - C_7 \cdot m_3 - C_8 \cdot m_4 = 0$

4'. $C_1(m_1 - m_2) + C_2(m_1 + m_2) - C_3(m_3 + m_4) + C_4(m_3 - m_4) - C_5(m_1 - m_2) - C_6(m_1 + m_2) + C_7(m_3 + m_4) - C_8(m_3 - m_4) = 0$

5'. $-C_1 \cdot m_2 + C_2 \cdot m_1 + C_3 \cdot m_4 - C_4 \cdot m_3 + C_5 \cdot m_2 - C_6 \cdot m_1 - C_7 \cdot m_4 + C_8 \cdot m_3 = 0$

6'. $(C_1 - C_5)(m_1 + m_2) + (C_6 - C_2)(m_1 - m_2) + (C_7 - C_3)(m_3 - m_4) + (C_8 - C_4)(m_3 + m_4) - \frac{P}{2\alpha^3 E\,\Theta} = 0$

7'. $C_5(n_1 - n_2) + C_6(n_1 + n_2) - C_7(n_3 + n_4) + C_8(n_3 - n_4) = 0$

8'. $C_5(n_1 + n_2) + C_6(n_1 - n_2) + C_7(n_3 - n_4) + C_8(n_3 + n_4) = 0$

wobei, wenn a = 55 cm ist (Aufsenkante Schwelle bis Last P)

$$\alpha = \sqrt[4]{\frac{k \cdot b}{4\,E\,\Theta}} = \sqrt[4]{\frac{10 \cdot 26}{4 \cdot 100000 \cdot 7800}} = 0{,}017$$

l = 130 cm (von Aufsenkante Schwelle bis Mitte Schwelle)

$e^{\alpha a} \cdot \cos \alpha a = m_1$; $e^{\alpha a} \cdot \sin \alpha a = m_2$;

$e^{-\alpha a} \cdot \cos \alpha a = m_3$ und $e^{-\alpha a} \cdot \sin \alpha a = m_4$ ist, sowie

$e^{\alpha l} \cdot \cos \alpha l = n_1$; $e^{\alpha l} \cdot \sin \alpha l = n_2$;

$e^{-\alpha l} \cdot \cos \alpha l = n_3$ und $e^{-\alpha l} \cdot \sin \alpha l = n_4$; e = Basis des natürlichen Logarithmus.

Durch Einsetzen der entsprechenden Zahlenwerte ergibt sich:

$$\begin{aligned}
m_1 &= e^{0{,}017 \cdot 55} \cdot \cos 0{,}017 \cdot 55 = 1{,}512 \\
m_2 &= e^{0{,}017 \cdot 55} \cdot \sin 0{,}017 \cdot 55 = 2{,}047 \\
m_3 &= e^{-0{,}017 \cdot 55} \cdot \cos 0{,}017 \cdot 55 = 0{,}233 \\
m_4 &= e^{-0{,}017 \cdot 55} \cdot \sin 0{,}017 \cdot 55 = 0{,}316 \\
n_1 &= e^{0{,}017 \cdot 130} \cdot \cos 0{,}017 \cdot 130 = -5{,}433 \\
n_2 &= e^{0{,}017 \cdot 130} \cdot \sin 0{,}017 \cdot 130 = 7{,}298 \\
n_3 &= e^{-0{,}017 \cdot 130} \cdot \cos 0{,}017 \cdot 130 = -0{,}066 \\
n_4 &= e^{-0{,}017 \cdot 130} \cdot \sin 0{,}017 \cdot 130 = 0{,}088
\end{aligned}$$

ferner ist:

$$\begin{aligned}
m_1 - m_2 &= -0{,}535; & m_1 + m_2 &= 3{,}559 \\
m_3 + m_4 &= 0{,}549; & m_3 - m_4 &= -0{,}083 \\
n_1 - n_2 &= -12{,}731; & n_1 + n_2 &= 1{,}865 \\
n_3 + n_4 &= 0{,}022; & n_3 - n_4 &= -0{,}154
\end{aligned}$$

Der Zahlenwert $\frac{P}{2\alpha^3 \cdot E\,\Theta}$ in Gleichgewicht 6'

beträgt $\frac{P}{2 \cdot 0{,}017^3 \cdot E\,\Theta} = \frac{10000}{2 \cdot 0{,}017^3 \cdot 100000 \cdot 7800} = 1{,}305.$

Durch Einsetzen der vorgenannten Zahlenwerte in die 8 Bestimmungsgleichungen ergeben sich die Unbekannten $C_1$ bis $C_8$.

Nach Einsetzen der Zahlengröfsen lauten die Bestimmungsgleichungen:

1'. $C_1 - C_2 - C_3 - C_4 = 0$

2'. $C_2 - C_4 = 0$

3'. $1{,}512\,C_1 + 2{,}047\,C_2 + 0{,}233\,C_3 + 0{,}316\,C_4 - 1{,}512\,C_5 - 2{,}047\,C_6 - 0{,}233\,C_7 - 0{,}316\,C_8 = 0$

4'. $0{,}535\,C_1 + 3{,}559\,C_2 - 0{,}549\,C_3 - 0{,}083\,C_4 + 0{,}535\,C_5 - 3{,}559\,C_6 + 0{,}549\,C_7 + 0{,}083\,C_8 = 0$

5'. $0{,}2047\,C_1 + 1{,}512\,C_2 + 0{,}316\,C_3 - 0{,}233\,C_4 + 2{,}047\,C_5 - 1{,}512\,C_6 - 0{,}316\,C_7 + 0{,}233\,C_8 = 0$

6'. $3{,}559\,C_1 + 0{,}535\,C_2 + 0{,}083\,C_3 - 0{,}549\,C_4 - 3{,}559\,C_5 - 0{,}535\,C_6 - 0{,}083\,C_7 + 0{,}549\,C_8 - 1{,}305 = 0$

7'. $-12{,}731\,C_5 + 1{,}865\,C_6 - 0{,}022\,C_7 - 0{,}154\,C_8 = 0$

8'. $-1{,}865\,C_5 - 12{,}731\,C_6 - 0{,}154\,C_7 + 0{,}022\,C_8 = 0$

Hieraus ergibt sich nach langwierigen Rechnungen mit Ausscheidung der Unbekannten der Reihe nach:

$$\begin{aligned}
C_1 &= +0{,}1764; & C_2 &= +0{,}0147; \\
C_3 &= +0{,}147; & C_4 &= +0{,}0147; \\
C_5 &= -0{,}012; & C_6 &= +0{,}005; \\
C_7 &= -0{,}117; & C_8 &= +1{,}174;
\end{aligned}$$

Für x = 0; d. h. an der Aufsenkante der Schwelle ergibt sich die Einsenkung nach Gleichung 3) zu

$$y_{x=0} = 0{,}1764 \cdot 1 \cdot 1 + 0{,}0147 \cdot 1 \cdot 0 + 0{,}147 \cdot 1 \cdot 1 + 0{,}0147 \cdot 1 \cdot 0 = 0{,}1764 + 0{,}147 = 0{,}323 \text{ cm} = 3{,}2 \text{ mm}$$

für x = 55, d. h. unter dem Lastpunkt P ergibt sich eine Einsenkung von

$y_{x=55\,cm} = 0{,}1764 \,.\, 1{,}512 + 0{,}0147 \,.\, 2{,}047 + 0{,}147 \,.\, 0{,}233 + + 0{,}0147 \,.\, 0{,}316$
$= 0{,}267 \quad + 0{,}030 \quad + 0{,}034 + 0{,}005$
$= 0{,}336 \quad \sim 0{,}34 \text{ cm} \quad = 3{,}4 \text{ mm}.$

Da im Punkte x = 55 cm der zweite Ast der elastischen Einsenkungslinie beginnt, so mufs die Berechnung für $y_{x=55}$ nach der Gleichung:
$y = C_5 \,.\, m_1 + C_6 \,.\, m_2 + C_7 \,.\, m_3 + C_8 \,.\, m_4$ denselben Wert ergeben:
$y_{x=55} = -0{,}012 \,.\, 1{,}512 + 0{,}005 \,.\, 2{,}047 - 0{,}117 \,.\, 0{,}233 + + 1{,}174 \,.\, 0{,}316 =$
$= -0{,}018 \quad + 0{,}010 \quad - 0{,}027 \quad + 0{,}371$
$y_{x=55} = 0{,}381 - 0{,}045 = 0{,}336$ cm (genau derselbe Wert wie vorhin).

Damit ist die Sicherheit für die richtige Zahlenberechnung gegeben. Für einen Zwischenwert x = 100 ergeben sich folgende Werte:

$\alpha x = 0{,}017 \,.\, 100 = 1{,}7$: $e^{\alpha x} = 5{,}470$; $\cos \alpha x = -0{,}129$;
$e^{-\alpha x} = 0{,}183$; $\sin \alpha x = +0{,}991$;

somit

$y_{x=100} = C_5 \,.\, e^{\alpha x} \,.\, \cos \alpha x + C_6 \,.\, e^{\alpha x} \,.\, \sin \alpha x + + C_7 \,.\, e^{-\alpha x} \,.\, \cos \alpha x + C_8 \,.\, e^{-\alpha x} \,.\, \sin \alpha x$
$= -0{,}012 \,.\, 5{,}470\,(-0{,}129) + 0{,}005 \,.\, 5{,}470 \,.\, 0{,}991 - - 0{,}117 \,.\, 0{,}183\,(-0{,}129) + 1{,}174 \,.\, 0{,}183 \,.\, 0{,}991$
$= 0{,}008 + 0.027 + 0{,}003 + 0{,}214 = 0{,}252 \text{ cm} \sim 2{,}5 \text{ mm}$

für x = l (Schwellenmitte) ergibt sich:

$y_{x=130} = C_5 \,.\, n_1 \,.\, C_6 \,.\, n_2 + C_7 \,.\, n_3 + C_8 \,.\, n_4$
$= -0{,}012 \,.\, (-5{,}433) + 0{,}005 \,.\, 7{,}298 - 0{,}117 \,.\, (-0{,}066) + + 1{,}174 \,.\, 0{,}088$
$= 0{,}065 \quad + 0{,}036 \quad + 0{,}008 \quad + 0{,}103$
$= 0{,}212 \text{ cm} \sim 2{,}1 \text{ mm}.$

Mit diesen vier Punkten x = 0; = 55; = 100; = 130 cm ist die elastische Einsenkungslinie genügend genau festgelegt und damit ist auch die Druckverteilung gegeben.

Bezeichnet man mit p den Gegendruck des Schotters gegen die Schwelle, so beträgt dieser für

$x = 0$; $p_0 = k.\,b.\,y = 10 \,.\, 26 \,.\, 0{,}32$ kg/cm = 83,2 kg/cm bzw. 3,3 kg/qcm,
$x = 55$; $p_{55} = 10 \,.\, 26 \,.\, 0{,}34$ kg/cm = 88,4 kg/cm bzw. 3,4 kg/qcm,
$x = 100$; $p_{100} = 10 \,.\, 26 \,.\, 0{,}25$ kg/cm = 65,0 kg/cm bzw. 2,5 kg/qcm,
$x = 130$; $p_{130} = 10 \,.\, 26 \,.\, 0{,}21$ kg/cm = 54,6 kg/cm bzw. 2,1 kg/qcm.

Damit ist nachgewiesen, dafs der höchste Druck, der auf der Unterseite der Schwelle auftritt bei einer Stofszahl von 1,5 den Betrag von 3,4 kg/qcm nicht überschreitet.

Auf Grund der ermittelten Gröfsen kann nun der rechnerischen Untersuchung der Beanspruchung der Schwelle nähergetreten werden.

### Untersuchung der Schwellenbeanspruchung.

Zur Untersuchung genügt es, wie in Abb. 2 punktiert angegeben, eine gradlinige Verteilung des Druckes anzunehmen von . x = 0 bis x = 55 cm und von x = 55 cm bis x = 130 cm (Schwellenmitte)

$$P = P_1 + P_2;$$

$$\left.\begin{aligned} P_1 &= \frac{p_0 + p_{55}}{2} \,.\, 55 = \frac{83{,}2 + 88{,}4}{2} \,.\, 55 = 85{,}8 \,.\, 55 = \sim 4700 \text{ kg} \\ P_2 &= \frac{p_{55} + p_{130}}{2} \,.\, 75 = \frac{88{,}4 + 54{,}6}{2} \,.\, 75 = 71{,}5 \,.\, 75 = \sim 5300 \text{ kg} \end{aligned}\right\} = P$$

Gesucht M für den Schnitt $x_1 = M_{x1}$

$$M_{x1} = P_{x1} \,.\, 20 \text{ (cmkg)} = \frac{83{,}2 + 87{,}0}{2} \,.\, (20 + 21) \,.\, 20 = = 85{,}1 \,.\, 820 = 69782 \sim 69800 \text{ cmkg};$$

$M_{x2}$ (ohne Unterlagsplatte) = $P_1 \,.\, 26 = 4700 \,.\, 26 = 122200$ cmkg
$M_{x2}$ (mit Unterlagsplatte) = $P_1 \,.\, 26 - 5000 \,.\, 7 = 122200 - - 35000 = 87200$ cmkg

$$M_{x3} = M_{x4} + P_{x3} \,.\, 28;$$
$$-M_{x4} = 10000 \,.\, 75 - 4700\,(75 + 26) - 5300 \,.\, 42 = = 750000 - 474700 - 222600 = 52700 \text{ cmkg}$$
daher $M_{x3} = -52700 + P_{x3} \,.\, 28 =$
$$= -52700 + \frac{82{,}1 + 54{,}6}{2} \,.\, 61 \,.\, 28 \sim 116700 - 52700 = = 64000 \text{ cmkg}.$$

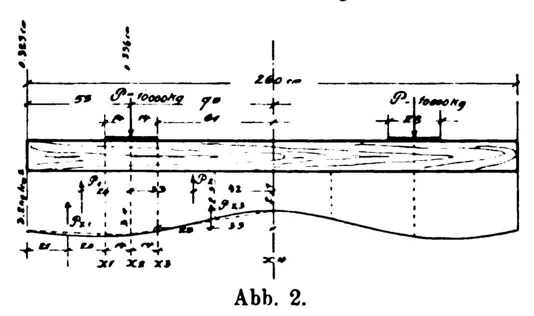


Abb. 2.

Die Momente werden durch die Unterlagsplatten bedeutend abgemindert. Der grofse Wert von genügend breiten und langen Unterlagsplatten ist hieraus (bzw. Abb. 3) ohne weiteres zu ersehen.

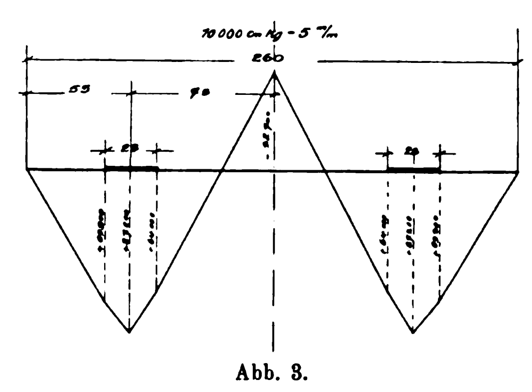


Abb. 3.

Zugleich ist aus der Momentenverteilung ersichtlich, dafs durch das Stampfverfahren die Schwelle auch in der Mitte entsprechend zur Druckübertragung mit herangezogen und daher vollständig ausgenützt wird.

Die zulässige Beanspruchung $\sigma$ auf Zug und Druck (Biegung) beträgt 100 kg/qcm².

In unserm Falle ist:

$$\sigma_1 = \frac{M_{x1}}{\Theta}\, y_1 = \frac{69800}{7800} \,.\, 8{,}5 \text{ (Schwerpunktsabstand von der äufsersten Faser, Druck)} = 76 \text{ kg/qcm}$$

$$\left.\begin{aligned} \sigma_2 &= \frac{M_{x2}}{\Theta} \,.\, y = \frac{87200}{7800} \,.\, 8{,}5 = 94{,}7 \text{ kg/qcm (Druck)} \\ \sigma_3 &= \frac{M_{x3}}{\Theta} \,.\, y = \frac{64000}{7800} \,.\, 8{,}5 = 69{,}7 \text{ kg/qcm (Druck)} \\ \sigma_4 &= \frac{M_{x4}}{\Theta} \,.\, y = \frac{52700}{7800} \,.\, 8{,}5 = 57{,}5 \text{ kg/qcm (Zug)} \end{aligned}\right\} < 100 \text{ kg/qcm}.$$

Die zulässigen Spannungen werden also erheblich unterschritten, trotz der hohen Stofsziffer von 1,5.

### Druckverteilung.

Der höchste auftretende Druck unter der Schwelle beläuft sich im Abstande x = 55 cm (Lastpunkt) auf $p = k \,.\, b \,.\, y = = 10 \,.\, 26 \,.\, 0{,}336$ kg/cm bzw. $p' = k \,.\, y = 3{,}36$ kg/qcm.

Dieser Druck p' ist sicherlich bei der gekrampten Schwelle höher. Diese Gröfse kann hier rechnerisch nicht ermittelt

werden. Nimmt man jedoch bei der gekrampten Schwelle schätzungsweise an, dafs ungefähr 50 cm rechts und links der Schiene gleichmäfsig gestopft sei und auch die Schwelle gleichmäfsig aufliege, so erhält man bei diesen günstigen Voraussetzungen einen Höchstdruck von

$$p'' = \frac{P}{(50+50)\,.\,26} = \frac{10000}{100\,.\,26} \text{kg/qcm} = 3{,}85 \text{ kg/qcm}$$ das heifst um 12% höher wie vor.

### Beanspruchung der Bettung bei veränderlichem k.

Ändert sich die Bettungsziffer k, dann ändert sich in einem gewissen Verhältnis auch die Druckverteilung der Schwellenlänge nach. Wird k gröfser, dann wird die Druckverteilung ungünstiger das heifst ungleichmäfsiger; wird k kleiner, dann ist die Druckverteilung günstiger. In der durchgeführten Rechnung wurde k = 10 angenommen. Um nun nachzuforschen, ob dieser Wert der Wirklichkeit entspricht, wurden mit Hilfe eines einfachen Schwellensenkungsmessers (siehe Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1924, Heft 11 S. 254) einige Senkungsmessungen vorgenommen. Diese Messungen wurden unter den fahrenden Zügen bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 50 bis 70 km in einem Abstande von 35 cm von Schienenmitte nach aufsen vorgenommen.

Es ergaben sich bei der in Taf. 35 dargestellten Versuchsstampfstrecke, die seit 15 Monaten nicht mehr nachgearbeitet wurde, die Einsenkungen 2, $1^1/_2$ und 1 mm; im Mittel daher $1^1/_2$ mm. Diese Einsenkung wurde durch G12 und $S^3/_6$ Maschinen mit einem Raddruck von 8 t hervorgerufen. Nimmt man diese mittlere Einsenkung zu $1^1/_2$ mm auch als Einsenkung unter der Schiene an, was zulässig ist; da die Einsenkungszunahme von Schwellenaufsenkante bis Schienenmitte nach Abb. 2 nur ganz geringfügig ist, so ergibt sich für unsern Raddruck P = 12,5 t eine Einsenkung von $y_n = \frac{12{,}5}{8}\,.\,1{,}5 = 2{,}34$ mm gegenüber dem errechneten $y_x = {}_{55} = 3{,}36$ mm für k = 10.

Nun verhalten sich nach der Formel $p = k\,.\,y\,.\,b$ bei gleichem spezifischem Druck p die Bettungsziffern k umgekehrt wie die Einsenkungen; das heifst für den untersuchten Fall ergibt sich eine Bettungsziffer, nicht wie angenommen k = 10, sondern $k' = \frac{3{,}36}{2{,}34}\,.\,10 = 14{,}3$.

Damit ist nachgewiesen, dafs der Wert k' sich stark dem Wert k für Schotter auf Grundbau = 15 nähert (siehe Oberbauvorschrift für Bayern 1907, S. 12).

Dafs die so errechnete Bettungsziffer k = 14,3 nicht zu hoch für eine Stampfstrecke ist, beweist der Umstand, dafs bei einer weiteren Messung an einer im September 1924 fertiggestellten Versuchsstampfstrecke mit derselben Bettungsstärke von 24 cm unter Schwellenunterkante und etwas festerem kiesigem Untergrund als bei der ersten Strecke mit tonigem Untergrund die Einsenkungen durchschnittlich zu $^1/_2$ bis $^3/_4$ mm bei vier Messungen gefunden wurden.

Dieses günstige Ergebnis, das allerdings aus verhältnismäfsig wenigen Messungen abgeleitet wurde, möchte berufene Stellen dazu veranlassen, mit besseren Mefswerkzeugen weitere Messungen vorzunehmen, da diese Frage von grofser wirtschaftlicher Tragweite ist.

Die in der Tafel dargestellten Stofseinschläge einer Krampstrecke, (Bergstrecke, 15 m Schienen F X mit Stofsbrücken) und der anschliefsenden Vergleichsstampfstrecke (Bergstrecke ohne Roste — 15 m Schienen F X mit Stofsbrücken) zeigen, dafs die Stofseinschläge bei der ersten Strecke doppelt so grofs sind als bei der letzten. Auch dieser Umstand weist darauf hin, dafs die Bettungsziffer für eine gut ausgeführte Stampfstrecke unter den gleichen Voraussetzungen (gleiche Bettung und Bettungsstärke, gleicher Untergrund und gleicher Oberbau) beträchtlich gröfser sein mufs als für eine Krampstrecke.

Trotz dieses günstigen Umstandes sollen der weiteren Abhandlung die auf Grund der Bettungszahl k = 10 errechneten Werte zugrunde gelegt werden.

### Beanspruchung der Bettung und Bettungssohle beim Stampf- und Krampverfahren bei gleicher Bettungsstärke.

Um den Druck auf die Bettungssohle feststellen zu können, ist vor allem zu wissen notwendig, wie sich der Druck von Schwellenunterkante nach abwärts verteilt. Auch hier fehlen leider entsprechende Unterlagen. Bisher hat man wohl eine Druckverteilung von 45° angenommen, so dafs bei einer Bettungsstärke z. B. von 40 cm bis Schwellenoberkante die Druckverteilung nach Abb. 4 erfolgen sollte, was bei durchgehender Bodenbeanspruchung eine Schwellenentfernung von 74 cm ergibt.

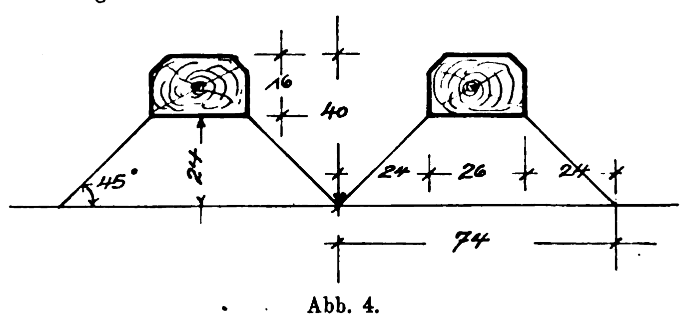



Abb. 4.

Nun lehrt aber eine einfache Untersuchung in der Natur wie in der Theorie, dafs eine derartig günstige Druckverteilung kaum stattfinden kann.

Die Dicke der Schotterstücke (= h) ist erfahrungsgemäfs ungefähr $^1/_2$ der Länge l: also $\frac{l}{h} \sim 2$. Dieses Verhältnis dürfte bei allen Schottergröfsen bis zum Grus herab im Durchschnitt ziemlich unveränderlich sein.

Nimmt man nun den Bettungskörper als festgefügten Körper mit plattenförmigen Teilchen an, der auch Zugspannungen aufnehmen könnte, so würde annäherungsweise für die Druckverteilung ein parabolisches Gesetz etwa nach Abb. 5a in Frage kommen. Aus naheliegenden Gründen kann aber der Bettungskörper keine Zugspannungen aufnehmen. Die Bettungsteilchen geben dem Druck nach und führen eine drehende Bewegung aus etwa, nach Abb. 5 b. (Siehe auch Schubert, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1897, S. 133).

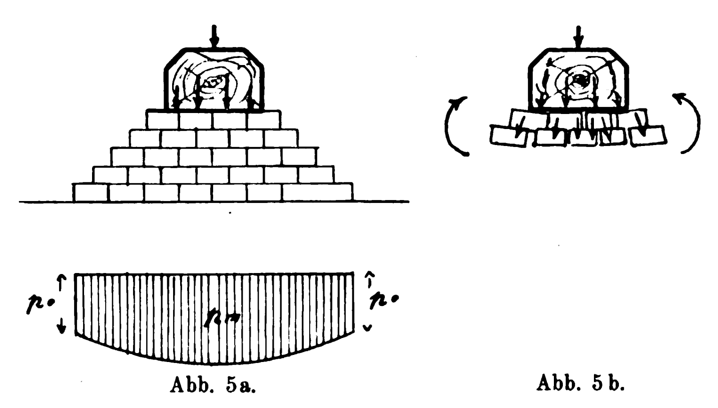


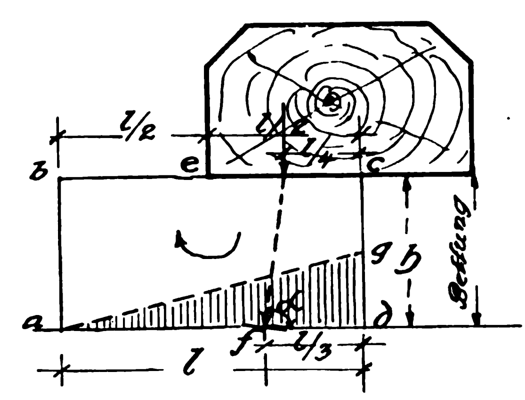

Abb. 5a. Abb. 5 b.

Nun sucht die Natur den Druck möglichst gleichmäfsig auf die Fläche der Bettungsteilchen zu verteilen, da hierdurch ein Minimum an Formänderungsarbeit entsteht. Zieht man daher die gesamte Druckfläche der einzelnen Teilchen zur Druckübertragung mit heran, so dafs das Druckverteilungsdreieck sich ungefähr nach Abb. 5c gestaltet (Bettungskörper als Ganzes gedacht) so ergibt sich ein Ablenkungs-

winkel $\alpha$ für die Druckrichtung von $\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{1/3 - 1/4} = \frac{12\,h}{l}$

und für $\frac{h}{l} = \frac{1}{2}$; $\operatorname{tg} \alpha = 6$; $\alpha \sim 80^0$.

Rechnet man nun noch eine durch das Stopfen erzeugte Verspannung hinzu, so dürfte für das Krampverfahren eine Druckverteilungslinie von 75° der Wahrscheinlichkeit sehr nahe kommen.




Zu a b c d Bettungskörper als Ganzes gedacht $\frac{h}{l} = \frac{1}{2}$; b e = c e günstigste Druckverteilung. Druckverteilung nach Druckdreieck a d g, d. h. gesamte Druckfläche wird zur Druckübertragung herangezogen.

Daher: $fd = \frac{1}{3}\, ad$. Druckrichtung $\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{\frac{l}{3} - \frac{l}{4}} = \frac{12\,h}{l}$

Abb. 5 c.

Denkt man sich nun die Schotterteilchen rund mit gleichem Durchmesser, dann kommt bei genügender Verspannung eine Druckverteilung nach Abb. 6 zur Geltung. Ablenkungswinkel $\alpha = 60^0$.

Die Bettungsteilchen schwanken nun zwischen den beiden gedachten Formen. Beim Krampverfahren haben wir vorhin gesehen, dafs nur eine Druckverteilung von 75° in Frage kommen kann, um so mehr, als bei diesem Verfahren eine weitere Einbufse an Druckausladung dadurch stattfindet, dafs durch das Stopfen die Schlaghöhe h' für die Druckausladung nach Abb. 7 wegfällt.

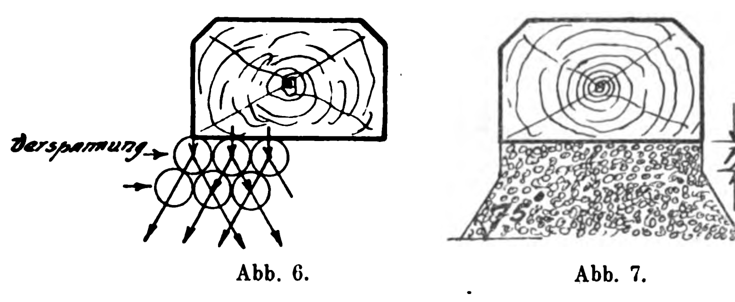



Abb. 6. Abb. 7.

Dieser Nachteil ist beim Stampfverfahren nicht gegeben, zudem ist hier eine starke Verspannung und Verkeilung vorhanden, so dafs die Druckausladung unter 60° der Wahrscheinlichkeit nahe kommen dürfte. Diese beiden Druckrichtungen, 60° und 75°, stimmen auch nach Schubert a. a. O. mit Abb. 7 bzw. Abb. 11 und Abb. 8 bzw. Abb. 12, Taf. XVII überein, wenn die dreimal unterstopfte Schwelle der gekrampten Schwelle und die fünfmal unterstopfte Schwelle der gestampften Bettung entspricht.

Auf Grund der gemachten Voraussetzungen ergeben sich bei der angenommenen Bettungsstärke von 24 cm unter Schwellenunterkante folgende Beanspruchungen der Bettungssohle:

beim Stampfverfahren nach Abb. 8, wenn d den gröfsten Druck auf der Bettungssohle darstellt:

$$26\,d + 2 \cdot \frac{14}{2} \cdot d = k \cdot 26 \cdot y = 10 \cdot 26 \cdot 0{,}336\,\text{kg/cm} = 87{,}36 \sim 88\,\text{kg/cm}$$

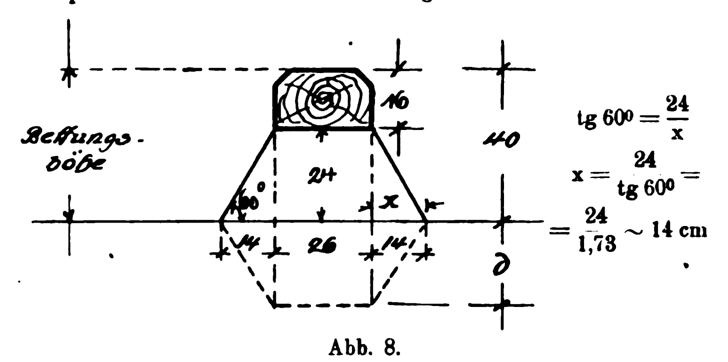
$$40\,d = 88\,\text{kg/cm};\ d = 2{,}2\,\text{kg/qcm},$$

beim Krampverfahren nach Abb. 9:

$$26\,d' + 2 \cdot \frac{6{,}5}{2}\,d' = 26 \cdot 3{,}85\,\text{kg/qcm (s. Seite 487)}$$

$$32{,}5\,d' = 100\,\text{kg/cm};\ d' = 3{,}08\,\text{kg/qcm}.$$

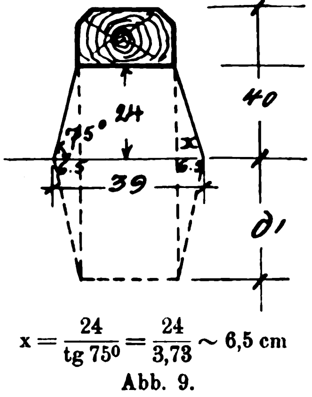
$\frac{d'}{d} = \frac{3{,}08}{2{,}2} = 1{,}40$, d. h. die gröfste Druckbeanspruchung der Sohle ist beim Krampverfahren 40% höher als beim Stampfverfahren bei 40 cm Bettungshöhe und bei den als




$\operatorname{tg} 60^0 = \frac{24}{x}$

$x = \frac{24}{\operatorname{tg} 60^0} = \frac{24}{1{,}73} \sim 14\,\text{cm}$

Abb. 8.




$x = \frac{24}{\operatorname{tg} 75^0} = \frac{24}{3{,}73} \sim 6{,}5\,\text{cm}$

Abb. 9.

wahrscheinlich angenommenen Voraussetzungen. Auf Grund dieses Umstandes allein schon ist anzunehmen, dafs das Stampfverfahren wirtschaftlicher sein mufs als das Krampverfahren; denn infolge der hohen Bodenbeanspruchung bilden sich beim Krampverfahren gröfsere Einschläge heraus als beim Stampfverfahren. Diese theoretische Folgerung ist durch die Höhenaufnahme nach Taf. 35 erwiesen. Durch die gröfseren Einschläge entstehen naturgemäfs höhere Unterhaltungskosten bei den Krampstrecken, ganz abgesehen von der gröfsern Schonung des Schotters bei den Stampfstrecken.

Besonders auffällig tritt dies in der Nähe der Stöfse zutage; hier ist beim Stampfverfahren ein festes Gefüge vorhanden, während beim Krampverfahren die Stofsschwellen durch ihre gegenseitige gröfsere Nähe schlechter unterstopft werden können und Schlaglöcher daher sehr leicht auftreten. Zudem entsteht durch das Krampen Schlagmehl, wodurch wieder die Wasserdurchlässigkeit vermindert und der Graswuchs beschleunigt wird. Die Schwellen werden durch das Krampen an den Auflagekanten teilweise zerstört. Wandern die Schienen und damit die Schwellen, welcher Umstand fast nie ganz hintangehalten werden kann, so stöfst die unterstopfte Schwelle nach ihrer Wanderung auf lockere Bettung und es entstehen bei den Stöfsen besonders grofse Einschläge. Diese Tatsache läfst sich bei umgebauten Strecken öfters beobachten. Die Unterhaltungskosten werden also bei den Krampstrecken bedeutend höher als bei den Stampfstrecken.

### Beziehung zwischen Bettungshöhe und Bodenbeanspruchung.

In neuerer Zeit ist das Bestreben vorhanden, mit Rücksicht auf die sich immer mehr steigenden Raddrücke auch die Bettungshöhe zu vergröfsern. Diese Erhöhung des Bettungskörpers geschieht mehr oder minder dem Gefühl nach. Nun ist es von grofser Bedeutung, zu wissen, wo die Grenze der Verstärkung liegt mit Bezug auf die Wirtschaftlichkeit und die zu erwartenden Raddrücke.

Die allgemeine Formel der Druckverteilung lautet nach Abb. 8, wenn h die Bettungsstärke unter Schwellenunterkante darstellt (bei 60° Druckverteilung, Stampfverfahren)

$$26\,d + 2 \cdot \frac{h}{1{,}73} \cdot \frac{d}{2} = 88;$$

$$d\left(26 + \frac{h}{1{,}73}\right) = 88; \quad d = \frac{88}{26 + \frac{h}{1{,}73}} = \frac{152}{45 + h};$$

für einzelne Werte von h ergeben sich:

$h = 0;\ d = 3{,}36$ kg/qcm; $h = 10;\ d = \frac{152}{55} = 2{,}76$ kg/qcm;

$h = 20;\ d = \frac{152}{65} = 2{,}33$ kg/qcm; $h = 30;\ d = \frac{152}{75} = 2{,}02$ kg/qcm;

$h = 40;\ d = \frac{152}{85} = 1{,}78$ kg/qcm; $h = 50;\ d = \frac{152}{95} = 1{,}60$ kg/qcm.

Die Formel für das Krampverfahren lautet:

$$26d' + 2 \cdot \frac{h}{3{,}73} \cdot \frac{d'}{2} = 100; \quad d'\left(26 + \frac{h}{3{,}73}\right) = 100; \quad d' = \frac{373}{97 + h};$$

$h = 0;\ d' = 3{,}85$ kg/qcm; $h = 10;\ d' = \frac{373}{107} = 3{,}48$ kg/qcm;

$h = 20;\ d' = \frac{373}{117} = 3{,}18$ kg/qcm; $h = 30;$

$d' = \frac{373}{127} = 2{,}93$ kg/qcm;

$h = 40;\ d' = \frac{373}{137} = 2{,}72$ kg/qcm; $h = 50;$

$d' = \frac{373}{147} = 2{,}53$ kg/qcm.

Die so ermittelten Druckwerte d bzw. d' sind in Abb. 10 dargestellt.

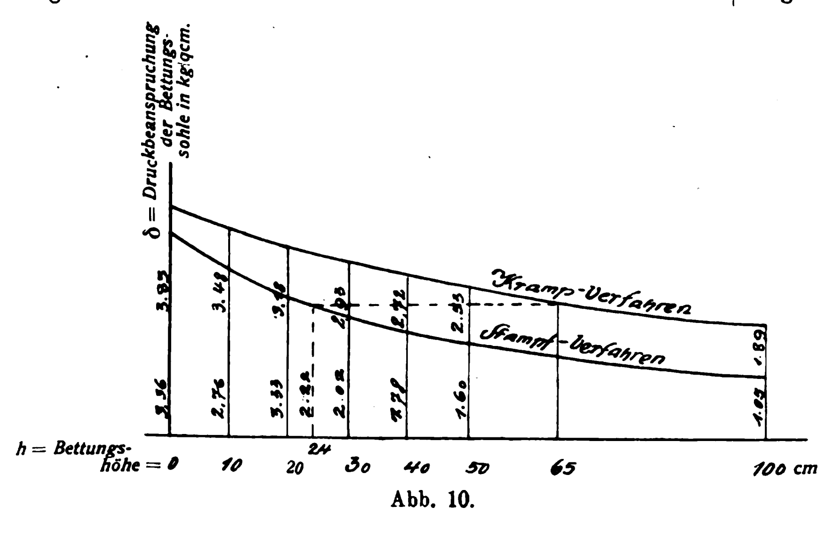



Abb. 10.

Auch aus dieser Beziehung geht hervor, daſs das Stampfverfahren dem Krampverfahren überlegen ist.

Nun fragt es sich welche Bettungshöhe für den neuen Raddruck wirtschaftlich ist. Diese Höhe hängt ab von dem Druck d, welchen man der Bettungssohle zumuten kann. Dieser zulässige Druck wird nach den einzelnen Bodenverhältnissen im allgemeinen mehr oder minder verschieden sein; auch spielt die Entwässerungsfrage eine groſse Rolle. Ist dafür gesorgt, daſs die Bettungssohle ein genügend groſses Gefälle besitzt (3 bis 4%, besser 4%), und wird diese durch Stampfen noch weiterhin tragfähig gemacht, so ist bei der hohen Stoſsziffer von 1,5 der zuzulassende Druck von 2,0 kg/qcm ein verhältnismäſsig niedriger Wert. Dieser Wert kann im Mittel unbedenklich angewandt werden, da bei Gleisumbauten die Bettungssohle durch jahrelang darüberfahrende Züge bereits eine entsprechende Verdichtung erfahren hat, und zudem kann durch das Stampfen der Bettungssohle, wie später nachgewiesen wird, dieses Maſs des zulässigen Druckes mit Handstampfern leicht erreicht werden. Für diesen zulässigen Druck von 2,0 kg/qcm ergibt sich eine Bettungshöhe von rund 30 cm unter Schwellenunterkante. Nun braucht die Bettung natürlich nicht allein aus Schotter zu bestehen, sondern sie kann zwei- und mehrteilig sein. Auch reiner Grus dürfte einen vorzüglichen Bettungsstoff ergeben, da die Schwellen sehr gut aufliegen und von der Luft gut abgeschlossen sind, so daſs keine Risse eintreten, die ja in erster Linie der Angriffspunkt der Fäulnis sind. Dies wird durch die Erfahrung bestätigt; denn Schwellen in wasserdurchlässigem Sand oder Grus halten sich besser als in Schotter*).

Aus den vorgenannten Erwägungen geht hervor, daſs für die Zukunft als Bettungsquerschnitt für den neuen Achsdruck ein Querschnitt sich am besten eignet, wie er z. B. in der preuſsischen Oberbauvorschrift vom Juli 1915 angegeben ist (für Holzschwellen und zweigleisig) unter der Voraussetzung, daſs Bettungssohle und Bettung gestampft werden. In diesem Querschnitt ist ein Quergefälle von 1 : 25 und eine Bettungshöhe unter Schwellenunterkante von 30 cm vorgesehen. Es braucht also mit Rücksicht auf den neuen Achsdruck nach diesem Profil keine höhere, sondern nur eine dichtere Unterbettung auf gestampfter Sohle vorgeschrieben zu werden**).

**Erreichbarer Stampfdruck der Bettungssohle mit Handstampfern.**

Wird als gröſstzulässige Druckbeanspruchung der Bettungssohle das Maſs von 2,0 kg/qcm angenommen, so muſs dieses Maſs durch Stampfen mit Handstampfern mindestens erreicht werden.

Die Ausmaſse der Stampfer (ebene Pufferscheiben) betragen:

Gewicht mindestens 30 kg; Scheibendurchmesser 34 cm. Hubhöhe beim Stampfen 20 cm.

Fläche der Scheibe $= \frac{d^2 \Pi}{4} = 34^2 \cdot \frac{3{,}14}{4} = 905$ qcm.

Hubarbeit $A = \text{Kraft} \times \text{Weg} = 30\,\text{kg} \times 20\,\text{cm} = 600$ cmkg. (Dauerleistung eines kräftigen Arbeiters = 7 mkg/sek).

Der Flächendruck nach dem Stampfstoſse ist $P_2$; im Augenblicke, in dem die Bettung berührt wird, gleich $P_1 = 0$. Die Hubarbeit A wird also in Eindringungsarbeit B in die Bettungssohle umgewandelt mit der mittleren Kraft $P = \frac{P_1 + P_2}{2} = \frac{P_2}{2}$. Gesucht $P_2$.

Nimmt man als kleinstes Eindringungsmaſs $^1/_2$ cm an, so muſs sein $P \cdot {}^1/_2$ cm = 600 cmkg; P = 1200 kg und da $P_2 = 2\,P$ ist:

$P_2 = 2 \cdot 1200 = 2400$ kg; daher der erreichte

Flächendruck $p_2 = \frac{2400}{905} = 2{,}65$ kg/qcm.

*) Für einen wasserdurchlässigen Bettungsstoff mit kleineren Teilchen wie z. B. Grus spricht noch ein weiterer Umstand, der bisher noch nicht genügend gewürdigt wurde. Wie bekannt, werden die auftretenden Stöſse um so eher in unschädliche Reibungsarbeit im Bettungskörper überführt, je gröſser die Reibungsfläche ist. Ein Bettungsteilchen von würfelförmiger Gestalt von 5 cm Seitenlänge besitzt beispielsweise $6 \times 5 \times 5 = 150$ qcm Reibungsfläche. 125 Bettungsteilchen von je 1 ccm Inhalt und mit 1 cm Seitenlänge, die also insgesamt an Inhalt dem vorigen Teilchen gleich sind, besitzen eine Reibungsfläche von $125 \times 6 \times 1$ qcm = 750 qcm, also sechsmal so groſs; daher ist bei gleichmäſsigem Druck auch eine sechsfach gröſsere Wirkung mit hoher Wahrscheinlichkeit anzunehmen. Darauf beruht auch das gute satte Liegen von Schwellen in Bettungsstoff mit kleinen Bettungsteilchen, aber hoher Rauhigkeit.

**) Bei einer zulässigen Bodenbeanspruchung von 2,22 kg/qcm (s. Abb. 10) genügt auch die nach bayerischer Vorschrift vorhandene Bettungsstärke von 24 cm unter Schwellenunterkante.

Der Unterbau bzw. die Bettungssohle wird daher durch das Stampfverfahren gegen die gröfsten zu erwartenden Drucke widerstandsfähig gemacht.

Auch durch Walzen des Bettungskörpers und der Bettungssohle kommt man zum Ziele, sofern die entsprechenden Flächendrücke erreicht werden. Im allgemeinen dürfte aber bei den gegebenen Arbeitsverhältnissen das Stampfen einfacher und wirtschaftlicher sein, da keine gröfseren Vorrichtungen nötig sind.

**Wirtschaftliche Berechnungen.**

Die Gröfse des übertragenen Druckes von Schwellenunterkante bis Bettungssohle ist letzten Endes mafsgebend für den Aufwand an Unterhaltungsarbeit. Diese Druckverminderung von Schwellenunterfläche bis Bettungssohle kann auf zweierlei Weise erreicht werden, entweder durch Vermehrung der Schwellen oder durch Mehrung an Schotter (Vergröfserung der Bettungshöhe). Beim Stampfverfahren braucht im Gegensatz zum Stopfverfahren eine Mindestentfernung der Schwellen wegen der Möglichkeit des guten Stopfens nicht eingehalten zu werden. Es fragt sich nun, was wirtschaftlicher ist: Mehrung an Schwellen oder Mehrung an Schotter.

Den nachstehenden Entwicklungen liegen die Vorkriegspreise zugrunde:
1 cbm Schotter eingebaut kostete zu Friedenszeiten 6.40 *M*,
1 Schwelle „ „ „ 6.00 „ .
Stampfmafs des Schotters = 20 %, so dafs sich in der Stampfstrecke der cbm eingebauter Schotter auf 6.40 + 1,28 ~ 7.70 *M* stellt.

Nimmt man einen Schienenstofs von 15 m Länge mit 22 Schwellen als Grundlage der Berechnung an, so ergibt sich für 1 cm Bettungserhöhung eine ungefähre Schottermehrung von 15,0 . 3,8 . 0,01 = 0,57 cbm.
Stampfmafs 20 %; daher Schottermehrung 0,57 + 0,114 = = 0,68 cbm,
Mehrkosten für Schotter: 0,68 . 6,40 (*M*/cbm) = 4,35 *M*.

Die Druckverbesserung auf Bettungssohle beträgt nach Abb. 10 für das Stampfverfahren von 20 bis 40 cm Bettungshöhe unter Schwellenunterfläche 0,03 bis 0,025 kg/qcm, d. h. mit wachsender Bettungshöhe nimmt die Druckverbesserung ab. Beispielsweise beträgt diese zwischen 40 und 50 cm durchschnittlich nur mehr $\frac{1{,}78 - 1{,}60}{10} = 0{,}018$ kg/qcm. Mit andern Worten ausgedrückt heifst das Ergebnis, dafs eine Druckverbesserung von 0,025 bis 0,03 kg/qcm bei 20 bis 40 cm Unterbettung einen Kostenaufwand an Schotter von 4,35 *M* für 15 m Schienenstofs bedingt.

Nimmt man an, dafs der Schotter in 100 Jahren infolge Witterungseinflüsse und Abnützung vollständig erneuert werden mufs, sowie die eingebauten Schwellen nach 20 Jahren ausgewechselt werden müssen, so bedingt eine Schwellenmehrung um ein Stück in 100 Jahren (ohne Zinsen) einen Kostenaufwand von $\frac{100}{20} . 6{,}00$ *M* = 30 *M*; welche Druckverbesserung tritt hier auf?

Auf einen 15 m Stofs treffen 22 Schwellen mit einer Druckübertragungsfläche auf Bettungssohle bei 30 cm Bettungshöhe unter Schwellenunterkante von 26 cm $+ \frac{30}{1{,}73} . \frac{2}{2} = 26 + \frac{34{,}6}{2} = \sim 43$ qcm/cm Schwellenlänge für eine Schwelle und von 22 . 43 m = 946 qcm/cm für 22 Schwellen; für 23 Schwellen 23 . 43 = 989 qcm/cm Schwellenlänge; daher Druckverbesserung $2{,}02 - \frac{946}{989} . 2{,}02 = 2{,}02 - 1{,}93 = 0{,}09$ kg/qcm.

Es ergibt sich also bei 0,09 kg/qcm Druckminderung bei einer Mehrung an Schwellen um ein Stück ein Kostenaufwand von 30 *M* und bei 0,03 kg/qcm ein Kostenaufwand von 10 *M* gegenüber von 4,35 *M* bei Schotter bei der gleichen Druckminderung oder mit andern Worten: **Schottermehrung ist um mehr als die Hälfte billiger als Schwellenmehrung.** (Hier ist der schwer erfafsbare Betrag der Rückwirkung enger liegenden Schwellen auf die Schonung der Schiene und Kleineisenteile nicht in Rücksicht gezogen. Dieser Vorteil ist aber auch nicht so grofs, als dafs er die vorliegende Untersuchung erheblich beeinflussen könnte.)

**Arbeitsplan I (gestampfte Bettung).**
Gleisumbau Juni 1923 von km 69,244 bis km 70,244 Gleis Treuchtlingen—Würzburg.
Rottenstärke 40 Mann; Gleis im Betrieb; Leistung 60 m Gleis in 456 Stunden.

| Lfd. Nr. | Arbeitsgattung | Anzahl der Stunden | Anzahl der Tagschichten |
|---|---|---|---|
| 1 | Am Vortage geleistete Arbeit, Auskoffern der alten Schotterbettung zwischen d. Schwellen | 80 | 10,000 |
| 2 | Abbruch des alten Gleises und der Schwellen und seitlichen Lagern | 25 | 3,125 |
| 3 | Aushub der alten Bettung auf planmäfsige Tiefe | 67 | 8,375 |
| 4 | Reinigen der alten Schotterbettung | 10 | 1,250 |
| 5 | Herstellen und dreimaliges Stampfen der Bettungssohle | 26 | 3,250 |
| 6 | Einbringen der ersten Schotterschichte und dreimaliges Stampfen derselben | 50 | 6,250 |
| 7 | Einbringen der zweiten Schotterschichte und dreimaliges Stampfen derselben | 50 | 6,250 |
| 8 | Genaues Ausgleichen der oberen Gesamtschwellenlagerfläche mit Schotter unter Verwendung von Lehren und drei bis viermaliges Stampfen der ganzen 60 m langen Vorbaustrecke | 30 | 3,750 |
| 9 | Vorstrecken des neuen Gleises und Schliefsen der Gleislücken, sowie Ausrichten | 35 | 4,375 |
| 10 | Ausgleich der Höhenunterschiede durch Untergrusen | 50 | 6,250 |
| 11 | Einbetten des Gleises | 33 | 4,125 |
| | | 456 | 57,000 |

Auf 60 m vorgebautes Gleis treffen 57 Tagschichten; daher auf 1 m Gleis $\frac{57}{60} = 0{,}95$ Tagschichten.

**Arbeitsplan II (gekrampte Bettung).**
Gleisumbau Juni 1923 bis km 69,244 Gleis Treuchtlingen — Würzburg.
Rottenstärke 40 Mann; Gleis im Betrieb; Leistung 60 m in 348 Stunden.

| Lfd. Nr. | Arbeitsgattung | Anzahl der Stunden | Anzahl der Tagschichten |
|---|---|---|---|
| 1 | Am Vortage geleistete Arbeit, Auskoffern der alten Schotterbettung zwischen d. Schwellen | 80 | 10,000 |
| 2 | Abbruch des alten Gleises und der Schwellen und seitliches Lagern | 25 | 3,125 |
| 3 | Aushub der alten Bettung auf planmäfsige Tiefe | 60 | 7,500 |
| 4 | Aufbringen der ganzen Schotterlage auf 24 cm Höhe bis Schwellenunterfläche | 60 | 7,500 |
| 5 | Vorstrecken des neuen Gleises und Schliefsen der Gleislücken | 35 | 4,375 |
| 6 | Krampen der Strecke | 40 | 5,000 |
| 7 | Ausrichten des Gleises | 15 | 1,875 |
| 8 | Einbetten des Gleises mit Schotter bis Schwellenoberkante | 33 | 4,125 |
| | | 348 | 43,500 |

Auf 60 m umgebautes Gleis treffen 43,5 Tagschichten; auf 1 m $\frac{43{,}5}{60} = 0{,}725$ Tagschichten.

(nach genauen Ermittlungen des Bm. V. E. J. Wieland.)

### Schottermehrverbrauch beim Stampfverfahren.

Der Schotteraufwand ist beim erstmaligen Umbau im Stampfverfahren höher als beim Krampverfahren.

Dieser Mehrverbrauch setzt sich zusammen:

1. infolge Eindrückens des Schotters in die Unterbaukrone. Dieses Mafs beträgt je nach Bodenart bei nicht gestampftem Untergrund 2 bis 3 cm; bei gestampftem Untergrund 1 bis 2 cm. (im Mittel = 5%);
2. durch Zusammenpressen des Schotters selbst.

Nach einem am 29. 8. 1923 ausgeführtem Versuche ergab sich bei einer Schotterhöhe von 80 cm ein Stampfmafs von 15 cm = 18,75% (im Mittel = 19%). (Anm.: Für Grus ergab sich bei einem am 21. 3. 25 durchgeführten Versuch ein Stampfmafs von 18%). Zum wirtschaftlichen Vergleich des Stampf- und des Krampverfahrens wurden nun zwei Strecken, die im Jahre 1923 ausgeführt wurden, mit einer Bettungshöhe von 24 cm unter Schwellenunterfläche herangezogen (s. Taf. 1 Bergstrecke).

### Mehrverbrauch an Arbeitsaufwand beim Stampfverfahren.

Nach einer genauen Aufstellung (s. Arbeitsplan I u. II, S. 490) sind bei den bezeichneten Strecken für den laufenden m Gleisumbau an Arbeitsaufwand angefallen:

a) für das Krampverfahren 0,725 Tagschichten zu $8^h$ } für 1 m.
b) für das Stampfverfahren 0,95 Tagschichten zu $8^h$ } für 1 m.

Diese achtstündige Tagesschicht stellt eine erhöhte Arbeitsleistung dar, so dafs sie der neunstündigen Tagschicht entspricht; denn während der dreistündigen Zugspause, in welcher kurzen Zeit jeweils die Strecken umgebaut wurden, mufsten die Arbeiter angestrengter arbeiten.

Zu a) kommt noch die Werkzeugabnutzung von 0,035 Tgsch./m beim Bau

Zu b) kommt noch die Werkzeugabnutzung von 0,01 Tgsch./m beim Bau

so dafs sich der Baukostenaufwand an Arbeit bei a) auf 0,76 Tagschichten erhöht.

Bei b) kommt noch der infolge des Stampfens notwendige Mehrverbrauch an Schotter hinzu, der ebenfalls in Tagschichten umzurechnen ist.

Bedarf an Bettung nach der bayrischen Oberbauvorschrift 1907 Taf. 1 = 1,47 cbm und bei einem Einstampfmafs von (5 + 19 =) 24%:

Mehrbedarf = 1,47 . 0,24 = 0,35 cbm/m.

Rechnet man den durch das Stopfen beim Krampverfahren zu berücksichtigenden Mehrverbrauch und bedenkt man fernerhin, dafs bei letzterem Verfahren bei richtiger Gleisunterhaltung eine Nachfüllung an Schotter im Laufe der Zeit sich als notwendig erweist, so dürfte dieser Mehraufwand mit 0,10 cbm/m in Rechnung zu ziehen sein; daher reiner Mehrverbrauch beim Stampfverfahren:

$$0{,}35 \text{ cbm/m} - 0{,}10 \text{ cbm/m} = 0{,}25 \text{ cbm/m}.$$

In Friedenszeiten kostete 1 cbm Schotter durchschnittlich 5 ℳ; Frachtkosten 1 ℳ und Abladen und Einbetten 0,40 ℳ; daher Gesamtkosten/cbm 6,40 ℳ

Taglohn = 3,30 ℳ; daher Umrechnungssatz des Mehrverbrauches an Schotter in Tagschichten:

$$\frac{6{,}40}{3{,}30} \cdot 0{,}25 = 0{,}49 \text{ Tagschichten,}$$

somit Anfangskosten an Arbeit beim Stampfverfahren

$$0{,}95 + 0{,}01 + 0{,}49 = 1{,}45 \text{ Tagschichten.}$$

### Ermittlung des Unterhaltungsaufwandes bei beiden Verfahren.

Vorhin haben wir die Anfangskosten des Stampfverfahrens an Arbeit zu 1,45 Tgsch. m ermittelt. Würde statt Schotter Grus verwendet werden, so könnten sich diese Anfangskosten um fast 25% des Mehrverbrauches an Schotter vermindern, da Grus um 25% billiger ist; auch die Unterhaltungskosten dürften sich auch etwas abmindern, da zum Untergrusen der lockern Schwellen der Grus sogleich an Ort und Stelle ist. In der Folge soll jedoch von der Hereinbeziehung dieser günstigen Umstände abgesehen werden.

Nach der Höhenaufnahme der Versuchsstrecke (Taf. 35) haben sich die Stöfse der gestampften Strecke nur halb soviel eingeschlagen als die Stöfse der gekrampten Strecke bei gleichen Voraussetzungen. Dieses Mafs gibt uns an, dafs bei der gekrampten Strecke wohl auch doppelt so hohe Unterhaltungskosten anfallen. Diese betragen daher für je 1 m Gleis im Jahr gering gerechnet bei der gekrampten Strecke im Durchschnitt 0,10 Tgsch./m und bei der gestampften Strecke nach Vorhergehendem 0,05 Tgsch./m.

Durch die sattere Auflage der Schwelle beim Stampfverfahren werden sowohl die Fahrzeuge als auch das Gleis in höherem Mafse geschont, als beim Krampverfahren. Es darf daher als sicher angenommen werden, dafs durch die gröfsere Schonung des Oberbaues auch eine längere Ausnutzung möglich ist. Halten schätzungsweise Schwellen, Schienen und Kleineisenzeug bei der Stampfstrecke nur zwei Jahre länger, so dafs beispielsweise bei stark befahrenen Strecken, statt alle 20 Jahre, nur alle 22 Jahre ein Umbau vorgenommen werden mufs (20 bzw. 22 Jahre als Mittel für Schienen und Schwellen genommen), so errechnet sich bei beiden Verfahren eine gewisse jährliche Abnützung, wie folgt:

1 lfd. m bayrischen Oberbau F X kostete zu Friedenszeiten rund 30 ℳ; wird $^1/_3$ als Altwert angenommen, so kann 1 lfd. m auf rund 20 ℳ veranschlagt werden oder in Tagschichten ausgedrückt:

$$\frac{20{,}0}{3{,}30 \text{ Taglohn}} = 6{,}06 \text{ Tgsch.}$$

daher jährliche Abnützung beim Krampverfahren

$$\frac{6{,}06}{20} = 0{,}303 \text{ Tgsch./m}$$

daher jährliche Abnützung beim Stampfverfahren

$$\frac{6{,}06}{22} = 0{,}275 \text{ Tgsch./m}$$

hierzu kommt noch für jährliche Werkzeugabnützung beim Krampen ein Mafs von 0,007 Tgsch. und beim Stampfen von 0,005 Tgsch.; da hier nur ein einfaches Blech- oder Stopfeisen zum Untergrusen erfordlich wird.

Zusammenstellung der Kosten:

| | Krampverfahren | | Stampfverfahren |
|---|---|---|---|
| a) Anfangskosten: | 0,76 Tgsch./m | | 1,45 Tgsch./m |
| b) jährliche Kosten: | | | |
| | 0,10 „ | Unterhaltung | 0,05 „ |
| | 0,017 „ | Werkzeugabnutzung | 0,005 „ |
| | 0,303 „ | Abnützung | 0,275 „ |
| jährliche Kosten: | 0,410 „ | | 0,33 „ |

Es fragt sich nun, nach welcher Zeit beide Verfahren in wirtschaftlicher Beziehung einander gleich sind.

Rechnet man ohne Zinsen, so was der Annahme gleichkommt, dafs die Schonung der Fahrzeuge die Zinsen aufwiegt, so ergibt sich:

$0{,}76 + x \,.\, 0{,}41 = 1{,}45 + x \,.\, 0{,}33$; wo x die Anzahl der Jahre bedeutet.

$$0{,}08\,x = 0{,}69;\; x = 8{,}6 \text{ Jahre}$$

das heifst nach 8,6 Jahren wird das Stampfverfahren trotz gröfserer Anfangskosten bereits billiger sein als das Krampverfahren.

Aus nachfolgender Tabelle geht hervor, dafs nach 10 Jahren trotz Zins und Zinseszins und der höheren Anfangskosten das Stampfverfahren wirtschaftlicher wird (s. auch Abb. 11).

Nach 20 Jahren beträgt die Ersparnis 0,9 Tagschichten; somit in einem Jahr $\frac{0{,}9}{20} = 0{,}045$ Tagschichten/m oder mit

andern Worten heifst dies: es sind in den ersten 20 Jahren in jedem Jahre für 1 km Gleis 45 (Tagschichten) $\times$ 3,30 ℳ (Taglohnsatz) = 148,50 ℳ weniger für Unterhaltungs- und Erneuerungskosten aufzuwenden als bisher.

Nach dieser Zeit gestaltet sich das Verhältnis noch bedeutend günstiger, da dann nicht mehr Schotter als beim Krampverfahren benötigt ist und somit die hohen Anfangskosten des Stampfverfahrens entfallen.

Mit Verzinsung zu 4 % ergibt sich beim

| | Krampverfahren Zinsen | | Stampfverfahren Zinsen | |
|---|---|---|---|---|
| nach dem 1. Jahr: | 0,76 + 0,41 + 0,0304 = 1,20 | Tagschichten | 1,45 + 0,33 + 0,0580 = 1,84 | Tagschichten |
| „ „ 2. „ | 1,20 + 0,41 + 0,048 = 1,66 | „ | 1,84 + 0,33 + 0,0736 = 2,24 | „ |
| „ „ 3. „ | 1,66 + 0,41 + 0,0664 = 2,14 | „ | 2,24 + 0,33 + 0,0896 = 2,66 | „ |
| „ „ 4. „ | 2,14 + 0,41 + 0,0856 = 2,64 | „ | 2,66 + 0,33 + 0,1064 = 3,10 | „ |
| „ „ 5. „ | 2,64 + 0,41 + 0,1056 = 3,16 | „ | 3,10 + 0,33 + 0,1240 = 3,55 | „ |
| „ „ 6. „ | 3,16 + 0,41 + 0,1264 = 3,70 | „ | 3,55 + 0,33 + 0,142 = 4,02 | „ |
| „ „ 7. „ | 3,70 + 0,41 + 0,148 = 4,26 | „ | 4,02 + 0,33 + 0,1608 = 4,51 | „ |
| „ „ 8. „ | 4,26 + 0,41 + 0,1704 = 4,84 | „ | 4,51 + 0,33 + 0,1804 = 5,02 | „ |
| „ „ 9. „ | 4,84 + 0,41 + 0,1936 = 5,44 | „ | 5,02 + 0,33 + 0,2008 = 5,55 | „ |
| „ „ 10. „ | 5,44 + 0,41 + 0,2176 = 6,07 | „ | 5,55 + 0,33 + 0,222 = 6,10 | „ |
| „ „ 11. „ | 6,07 + 0,41 + 0,2428 = 6,72 | „ | 6,10 + 0,33 + 0,244 = 6,67 | „ |
| „ „ 12. „ | 6,72 + 0,41 + 0,2688 = 7,40 | „ | 6,67 + 0,33 + 0,2668 = 7,27 | „ |
| „ „ 13. „ | 7,40 + 0,41 + 0,296 = 8,11 | „ | 7,27 + 0,33 + 0,2908 = 7,89 | „ |
| „ „ 14. „ | 8,11 + 0,41 + 0,3244 = 8,84 | „ | 7,89 + 0,33 + 0,3156 = 8,54 | „ |
| „ „ 15. „ | 8,84 + 0,41 + 0,3536 = 9,60 | „ | 8,54 + 0,33 + 0,3416 = 9,21 | „ |
| „ „ 16. „ | 9,60 + 0,41 + 0,384 = 10,39 | „ | 9,21 + 0,33 + 0,3684 = 9,91 | „ |
| „ „ 17. „ | 10,39 + 0,41 + 0,4156 = 11,22 | „ | 9,91 + 0,33 + 0,3964 = 10,64 | „ |
| „ „ 18. „ | 11,22 + 0,41 + 0,4488 = 12,08 | „ | 10,64 + 0,33 + 0,4256 = 11,40 | „ |
| „ „ 19. „ | 12,08 + 0,41 + 0,4832 = 12,97 | „ | 11,40 + 0,33 + 0,456 = 12,19 | „ |
| „ „ 20. „ | 12,97 + 0,41 + 0,5188 = 13,90 | „ | 12,19 + 0,33 + 0,4876 = 13,00 | „ |

Abb. 11.

Die rechnerische Entwicklung zeigt daher, dafs unbedingt auf die Einführung der Stampfbauweise zu drängen ist, da hohe wirtschaftliche Ergebnisse sicher zu erwarten sind, wie die bisherigen Versuchsstrecken bereits zeigen. Eine bayrische Ministerialentschliefsung vom Jahre 1923 sagt bereits: »Die grofsen Vorzüge, die der Stampfbauweise nach dem Stande der Versuche heute schon zugesprochen werden müssen, erfordern es dringend, dafs die Reichsbahndirektionen für die Einbürgerung des Verfahrens Sorge tragen.«

Es darf noch auf einen weiteren Umstand aufmerksam gemacht werden, der rechnerisch noch nicht erfafst wurde, der aber wirtschaftlich zur Einführung der Stampfbauweise geradezu zwingt. Nimmt man beispielsweise für den neuen Achsdruck von 25 t nur eine Bettungshöhe von 24 cm unter Schwellenunterfläche an, so ergibt sich nach Abb. 10 eine Höchstdruckgröfse für die Bettungssohle von 2,22 kg/qcm. Sucht man nach Abb. 10 für diese Gröfse die Bettungshöhe einer gleichwertigen Krampstrecke, so beträgt diese 65 cm und für 30 cm Stampfbettung, sogar 85 cm Krampbettung. Dieser Unterschied ist sehr überraschend; er ist aber in der langsamen Abnahme der Druckgröfse mit Zunahme der Bettungshöhe begründet. Zum Schlusse sei auf eine bisher noch nicht erwähnte Tatsache hingewiesen. Das ist der Umstand, dafs es schlechterdings nicht möglich ist Holz- oder Eisenschwellen mit gröfserer Unterbettung als 15 bis 20 cm unter Schwellenunterkante entsprechend stopfen zu können, da die Verkeilung des Schotters durch das Stopfen nur auf eine geringe Tiefe sich auswirkt. Es macht sich daher erfahrungsgemäfs nach kurzer Zeit nach Unterstopfen von umgebauten Gleisen eine starke Unruhe in der Gleislage bemerkbar, weil die Verdichtung der Schotterbettung durch die Züge erst allmählich herbeigeführt wird. Es ist daher eine dauernde Nacharbeit erforderlich. Dieser Übelstand wird beim Stampfverfahren von vornherein vermieden und daher ist die Überlegenheit des Stampfverfahrens allein schon durch diese Tatsache erwiesen.

**Wanderung der Gleise.**

Die Wanderung der Gleise der Stampfstrecke ist etwas stärker als die der Krampstrecken. Bei den in Tafel 35 dargestellten Bergstrecken (Versuchsstrecken) betrug diese 45 mm im Mittel bei der Stampfstrecke gegenüber 40 mm bei der Krampstrecke innerhalb derselben Zeit und unter den gleichen Verhältnissen. Der Schotter wurde zwischen den Schwellenfächern der Stampfstrecke nur lose eingefüllt. Da nach neuerer Anordnung auch die Schwellenfächer gestampft werden, so ist zu erwarten, dafs der geringe Wanderungsunterschied dadurch aufgehoben wird. Wird statt Schotter Grusbettung oder Kiessandbettung verwendet, so ist dies mit Sicherheit zu erwarten, da die Reibung an der Schwellenunterfläche dadurch vergröfsert wird.

**Wasserdurchlässigkeit.**

Die Bettungsfrage ist in erster Linie auch eine Frage der Wasserdurchlässigkeit. Die Bettungssohle, die Bettung und damit der Oberbau hält sich um so besser, je rascher das Wasser abziehen kann. Hierdurch wird auch ein Aufweichen des Bodens verhindert und dafür gesorgt, dafs der zulässige

Bodendruck nicht überschritten wird. Es ist daher dringend zu empfehlen, die in der bayrischen Oberbauvorschrift angegebenen Querneigungen zu 1,87 % bei eingleisigen und 2,26 % bei zweigleisigen Bahnen auf mindestens 3 bis 4 % zu erhöhen, wie dies in der Oberbauvorschrift der früheren preußisch-hessischen Staatsbahn der Fall ist.

Die gestampfte Bettung hat soviel Zwischenraum, daß das Wasser ungehindert abziehen kann. Auch unter der Schwelle, die mit reinem Grus unterfüllt ist, bleibt die Wasserdurchlässigkeit erhalten, da sich nicht wie beim Stopfen Schlagmehl bildet, wodurch der Wasserabzug gefährdet und die Bildung von Graswuchs beschleunigt wird. Durch die gestampfte Bettung dringen nach den gemachten Beobachtungen die Wurzeln des Unkrautes nicht so leicht durch und sterben bei heißer Witterung rascher ab als bei gestopften Strecken.

Wird der gegenüber Schotter um 25 % billigere Grus zu Stampfstrecken verwandt, (auch der billigere Weichsteinschotter kann zu Stampfstrecken verwendet werden) so kann, reiner Grus vorausgesetzt, das Wasser ebenfalls ungehindert abziehen. Die Schmutzstoffe von den Zügen und der Staub von der Umgebung wird von der obersten Grusschichte in größerem Maße als bei Schotter zurückgehalten. Diese Decke wird leichter verfilzen, kann aber nach einer gewissen Zeit ebenso leicht entfernt und wieder ersetzt werden. Das Nacharbeiten solcher Stampfstrecken geht auch leichter und einfacher vor sich, da der unterzubringende Grus bereits an Ort und Stelle ist und auch die Schwellen von dem umgebenden Grus rascher freigelegt werden können als bei Schotter.

**Gesamtergebnis.**

In vorstehender Abhandlung wurden in großen Zügen die Umrisse gegeben, die für eine wirtschaftliche Gestaltung der Bettung maßgebend sind. Nun lassen sich die angestellten Untersuchungen, die nur für Holzschwellen durchgeführt wurden, auch auf Eisenschwellen übertragen. Auch in dieser Beziehung liegen bereits günstige Ergebnisse vor. (z. B. in Oldenburg, eisenbahntechnische Tagung in Berlin 1924).

Bis zur allgemeinen Einführung der Stampfbauweise wird noch einige Zeit vergehen. In dieser Übergangszeit sollten jedoch, wie es in meinem Bezirke bei allen umzubauenden Strecken geschieht, auch wenn sie nachher gekrampt werden, auf jeden Fall Bettungssohle und Bettung bis ungefähr 5 cm unter Schwellenunterfläche gestampft werden; denn auch dieses Verfahren hat sich sehr gut bewährt. Allgemein läßt sich sagen, daß die Stampfbauweise nach den gemachten Beobachtungen auch weiterhin sehr günstige Ergebnisse erwarten läßt.

Es wäre daher sehr zu begrüßen, wenn durch großangelegte Versuche die Größe der Druckübertragung und der Wert der Bettungsziffer bei verschiedenen Bettungen und Bodenarten für Stampfstrecken ermittelt würde, um die wirtschaftlichste Bettungsgestaltung in jedem Einzelfalle möglichst genau zu erhalten; denn diese Arbeit würde sich, wie vorstehend nachgewiesen wurde, sehr reichlich lohnen.

## Eine Beobachtung am Oberbau auf hölzernen Schwellen mit gußeisernen Stühlen.

Von Ing. **Ch. Driessen**, Abteilungsvorstand der Niederländischen Eisenbahnen in Utrecht.

Seit 1912 hat die Gesellschaft für den Betrieb der Niederländischen Staatseisenbahnen für ihre schwersten Schienen des Normalprofils von 46 kg/m die Auflagerung auf hölzernen Schwellen und gußeisernen Stühlen mit getrennter Befestigung eingeführt. Diese Konstruktion wurde, nachdem die Belangegemeinschaft mit der Holländischen Eisenbahngesellschaft ein-

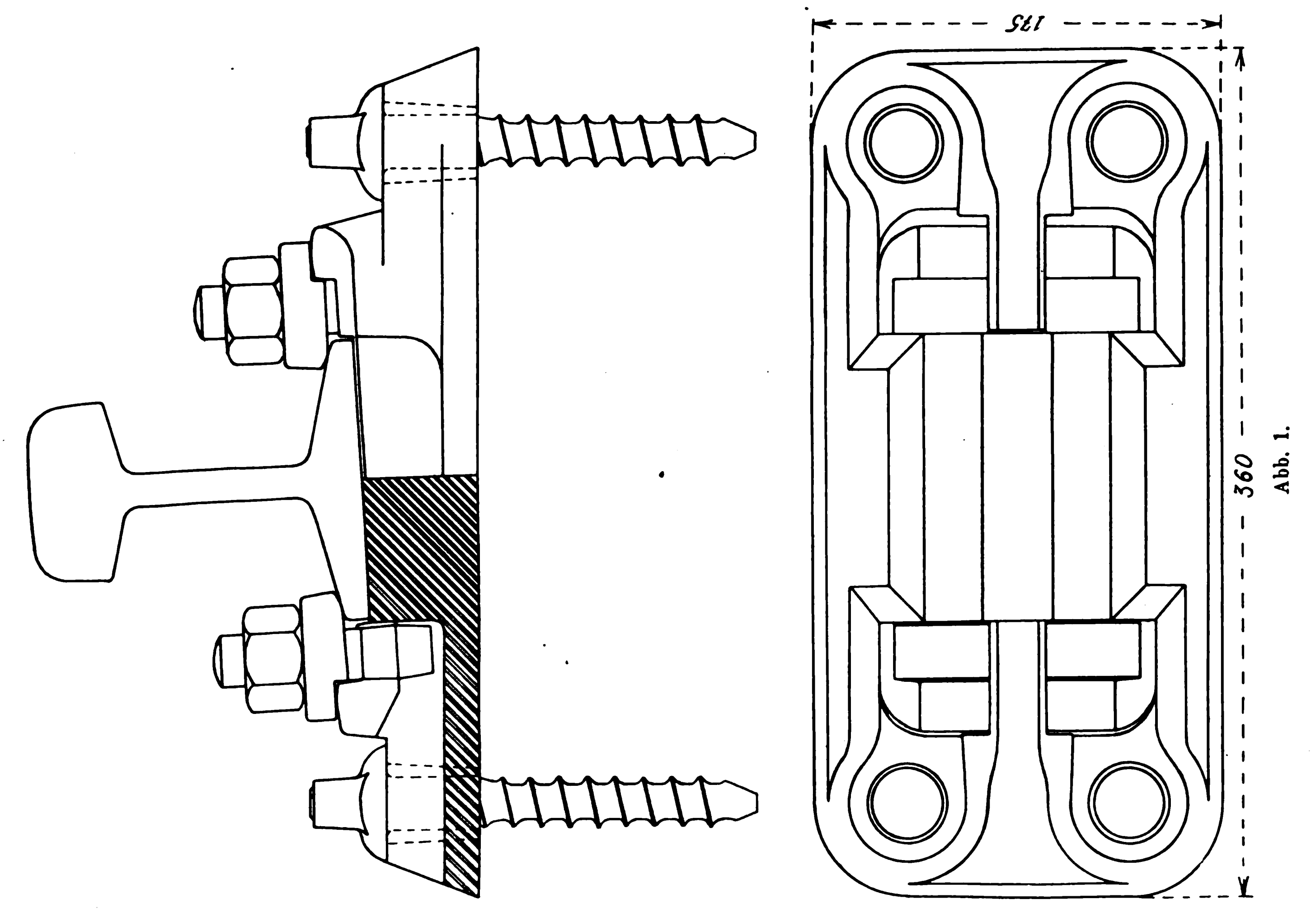


Abb. 1.

gerichtet worden war, für das ganze Eisenbahnnetz auf den Strecken mit dem schwersten Verkehr angenommen. Abb. 1

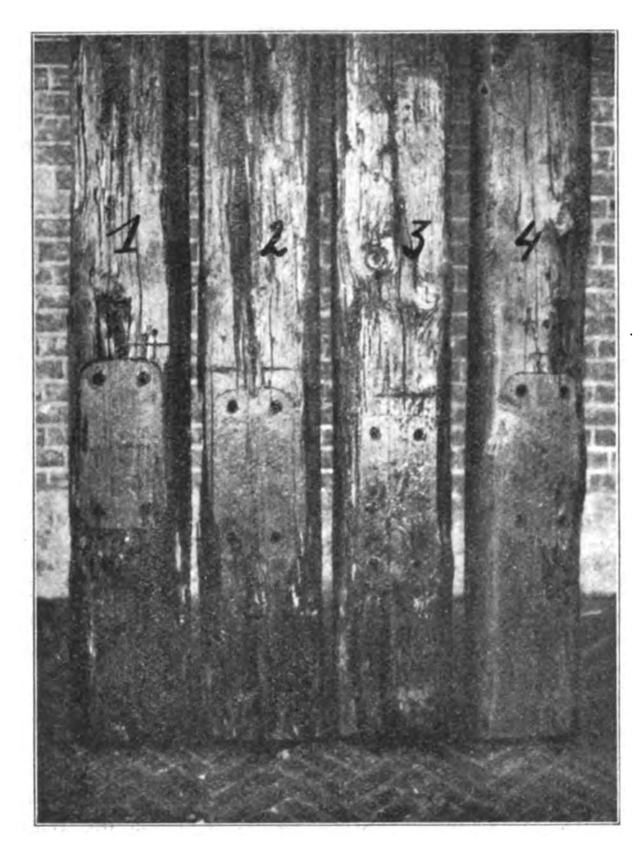



Abb. 2.

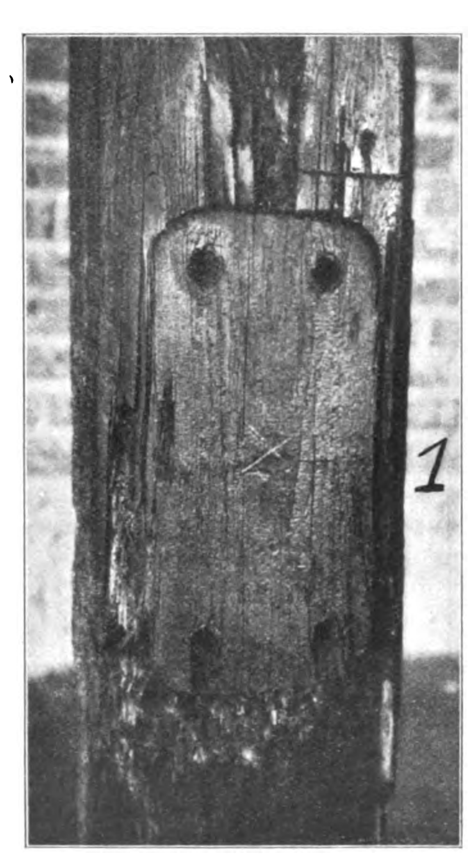



Abb. 3.

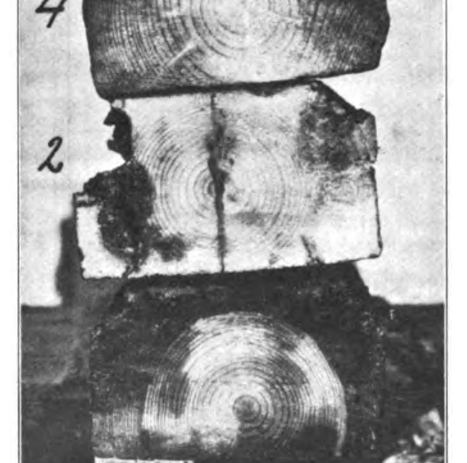



Abb. 4.

zeigt den Stuhl, der 14 kg wiegt, im Schnitt, in der Ansicht und Draufsicht.

Die Konstruktion hat sich gut bewährt; die Gleise lassen sich, auch bei schlechtesten Bodenverhältnissen, angenehm befahren, wobei die Unterhaltungskosten erheblich niedriger sind als bei den Gleisen älterer Zusammenstellung. Auf verschiedenen Strecken ist es somit möglich gewesen, infolge des Einbaues des neuen Systems die Anzahl der Rotten einzuschränken.

Da selbstverständlich beim Befahren der Gleise einige Bewegung zwischen Schiene und Stuhl auftritt, ist bei den Berührungsflächen auch etwas Verschleifs zu bemerken. Es hat sich aber gezeigt, dafs dieser Verschleifs sehr gering ist und dafs, gute Montage der Stühle auf den Schwellen und gute Unterhaltung der Gleise — die aber sehr einfach und wenig kostspielig ist — vorausgesetzt, die Stühle eine sehr lange Zeit aushalten werden. Bruch in den Stühlen kommt verhältnismäfsig wenig vor.

1913 wurde die Strecke Meppel—Hoogeveen in der Linie nach Groningen zum Teil mit Schienen N. P. 46 auf hölzernen Schwellen mit gufseisernen Stühlen ausgerüstet. Als im Frühjahr 1925 der ständige Streckeningenieur berichtete, es sei nötig, etwa 50 kieferne Schwellen wegen Verfaulung auszuwechseln, gab dies Veranlassung, diese Schwellen einer näheren Besichtigung zu unterziehen, obwohl die Zahl der auszuwechselnden Schwellen nur ein kleiner Bruchteil der auf der Strecke verlegten Anzahl war.

Die Beobachtungen können am besten an den Abb. 2, 3 und 4 erörtert werden. Im Lichtbilde Abb. 2 sind einige Schwellen dargestellt, Schwelle Nr. 1 aufserdem für sich im Lichtbild Abb. 3, aber aus kleinerer Entfernung aufgenommen. Man erkennt, dafs die Schwellen zwischen den Stühlen und besonders in ihrer näheren Umgebung verfault sind. An der Obenseite der Schwelle 1 sieht man sogar, dafs die Verrottung beim Stuhl aufhört. An anderen Stellen hat sich die Verfaulung ein wenig unter dem Stuhl fortgesetzt; nirgends aber fängt diese unter dem Stuhl an.

Bevor die Stühle von den Schwellen abgeschraubt wurden, hat man die Schwellenschrauben einzeln nachgedreht. Es zeigte sich dabei, dafs die meisten noch ganz fest safsen, einige aber ein wenig gedreht werden konnten. Nur sehr wenige konnten stärker nachgedreht werden. Diese safsen ausnahmslos an den Stellen, wo die Verfaulung von der Seite aus sich unter dem Stuhl ausgebreitet hatte. Trotz den verfaulten Stellen hätten wenn nötig, die Schwellen ohne Gefährdung der Betriebssicherheit wahrscheinlich noch einige Zeit in der Bahn liegen bleiben können.

Einen Schnitt durch die Schwellen 1, 2 und 4 mitten durch die Auflagerstelle zeigt Abb. 4. Diese Schnitte geben aber über die Ursache des Verfaulens keinen Aufschlufs. Die Schwellen sind mehr oder weniger durchtränkt, wie das bei kiefernen Schwellen allgemein ist. Bei der Schwelle 1 tritt deutlich hervor, dafs durch die Vorbohrung der Schwellen das Teeröl Gelegenheit gefunden hat, sich auch zum Teil im Kernholz zu verbreiten; die zwei schwarzen Striche, die man im Kernholz sieht, befinden sich ungefähr an der Stelle, wo die Löcher für die Schwellenschrauben safsen. Sie rühren vom Teeröl her, das sich von diesen Löchern aus durch die Längskanäle im Holz verbreitet hat.

Wie man aus der Abb. 2 sieht, ist die Eindrückung der Stühle in den Schwellen nach 12jährigem Betriebe auf einer ziemlich stark, mit der gröfsten Geschwindigkeit und den gröfsten Radlasten befahrenen Strecke sehr gering. Diese Beobachtung wurde auf allen Strecken, die mit Stuhlschienenoberbau ausgestattet sind,

gemacht; das war zu erwarten, da die Auflagerfläche der Stühle sehr grofs ist, und zwar $36 \times 17^1/_2 = 630$ qcm. Die Konstruktion hat sich in dieser Hinsicht so aufserordentlich gut bewährt, dafs zu überlegen wäre, den Stuhlschienenoberbau auf kiefernen Schwellen auch in den Krümmungen zu gebrauchen.

Aus den erwähnten Beobachtungen sind m. E. hauptsächlich zwei Schlüsse zu ziehen:

1. dafs bei Stuhlschienenoberbau noch mehr als sonst Wert zu legen ist auf eine intensive Tränkung der Schwellen, da diese voraussichtlich nicht wegen mechanischer Zerstörung, sondern ausschliefslich wegen Verfaulens ausgebaut werden müssen;

2. dafs es zum Schutz der Schwellen gegen Verfaulen von Wert ist, diese so viel wie möglich abzudecken; wenn auch die Bedeckung mit Schotter, Kies oder Sand als Schutz gegen Sonnenbrand und sonstige Witterungseinflüsse nicht so wirksam sein wird wie der, den die Auflagerflächen durch den gufseisernen Stuhl geniefsen.

# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

## Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

### Beseitigung von Unkraut in Eisenbahngleisen.

Das Entkrauten der Eisenbahngleise mit den gewöhnlichen Haushaltsmitteln verursacht den Eisenbahnverwaltungen von je her grofse Ausgaben. Man hat daher seit langem versucht, durch maschinelles oder chemisches Entkrauten diese Kosten möglichst herabzumindern. Bei französischen und Schweizer Bahnen wurde die maschinelle Entkrautung bisher schon auf der freien Strecke angewendet, während das Entgrasen auf chemischem Wege nur in Bahnhöfen, Harfengleisen und dergleichen durchgeführt wurde.

1. Maschinelles Entgrasen (Beseitigung des Unkrautes und Auflockerung des Schotterbettes).

Die maschinelle Entkrautung erfolgt durch eine Maschine, die von dem Schweizer Ingenieur Scheuchzer erfunden ist, und die durch eine Lokomotive geschoben wird. Die Vorrichtungen zum Entkrauten sind Messer und Pflüge, welche in den Schotter eindringend die Wurzeln herausreifsen oder abschneiden. Es sind drei derartige Messer vorhanden: eines zwischen den Schienen und je eines seitlich der Schienen auf Schwellenlänge. Die Pflüge sind für den Zwischenraum zwischen den Gleisen und für die Aufsenseite des Gleises bestimmt. Die drei Messer, welche zwischen den Schwellen arbeiten, dringen in jedem Feld in den Schotter ein und werden zum Überschreiten der Schwellen herausgehoben. Dies erfolgt durch Laufrollen, welche im Sinne der Fahrtrichtung vor den Messern angebracht sind. Sobald diese Rollen auf die Schwelle treffen, werden die Messer durch eine besondere Anordnung gehoben. Der kleinere Pflug zwischen den Gleisen dringt in den Schotter ein und nimmt das Unkraut bis zur Hälfte des Zwischenraumes der Schwellen der beiden Gleise mit. Der äufsere, grofse Pflug arbeitet von Schwellenende bis zur äufseren Kante des Schotterbettes. Diese Vorrichtungen sind auf einen zweiachsigen Wagen aufgebracht. Die Maschine wird noch vervollständigt durch eine zylindrische Metallbürste und zwei Rechen, welche an der Rückseite des Wagens angeordnet sind. Die Bürste und die Rechen bringen das Schotterbett nach Möglichkeit wieder in Ordnung. Wenn leer, d. h. ohne zu arbeiten, gefahren wird, können die Messer und Pflüge aus ihrer Arbeitsstellung gehoben werden. Wenn die Maschine arbeiten soll, werden die am Ende von Armen wagrecht befestigten Messer durch einen Dampfzylinder, der auf der Bühne des Wagens steht und den notwendigen Dampf aus der Schubmaschine erhält, in eine schwingende Bewegung um den Drehpunkt A versetzt. Die beiden Pflüge und die Bürste werden durch Prefsluft, die gleichfalls von der Lokomotive kommt, in die Arbeitsstellung gebracht und aus dieser zurückgenommen. Die Messer werden mit einer Kraft von etwa 4000 kg bis auf Tiefe der Schwellenunterkante in die Bettung gestofsen und beseitigen das Unkraut auf die ganze Schwellenlänge. Voraussetzung hierfür ist das Vorhandensein eines wirklich vorschriftsmäfsigen Schotterbettes, während bei altem verfilztem Graswuchs die Wirkung nur unvollständig ist. Gleiches gilt auch für die beiden Pflüge, die man bei ungenügender Bettung und bei Vorhandensein von Packlage besser nicht arbeiten läfst. Wenn die Rollen, die sich auf dem Schotter bewegen, auf eine Schwelle aufsteigen, erfolgt eine Umsteuerung des Dampfes. Infolgedessen werden die Messer gehoben, so dafs sie die Schwellen überschreiten ohne sie zu beschädigen. Bei alten, morschen Schwellen haben sich Stücke abgesplittert. Die beiden Pflüge in Arbeitsstellung gebracht, werden durch die Schub-

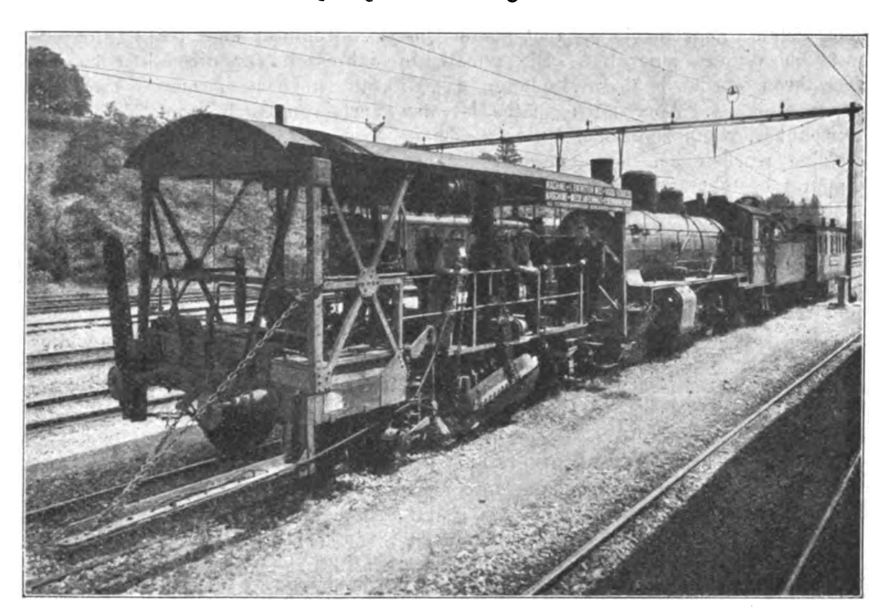
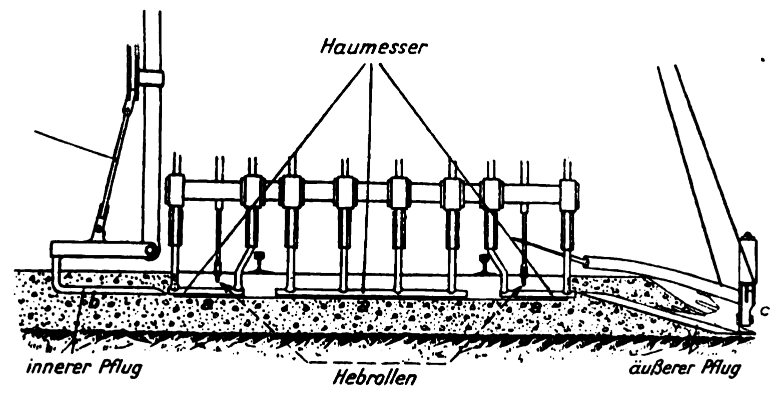


Abb. 1.



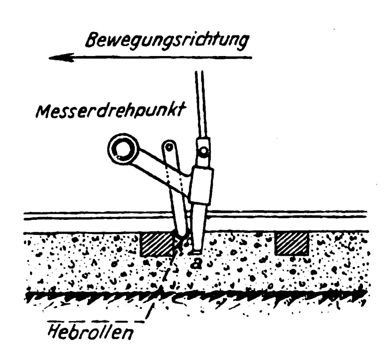




Abb. 2.

lokomotive im Schotterbett vorwärts geschoben. Das Drehen der Metallbürste wird durch die Hinterachse des Wagens bewirkt, mit der sie durch einen Kettenantrieb in Verbindung steht. Sämtliche Teile können an besonderen Stellen, wie Festpunkten, schienengleichen Übergängen usw. ohne Verminderung der Fahrgeschwindigkeit ausgehoben werden. Bei eingleisigen Linien kann auf beiden Seiten mit grofsen Pflügen gearbeitet werden. Die Maschine kann je nach Erfordernis mit sämtlichen oder einzelnen Werkzeugen arbeiten. Bei voller Arbeit leistet die Maschine 4 bis 5 km/Std. Mit gröfserer Geschwindigkeit kann gefahren werden, wenn nur die Pflüge eingesetzt sind. Die Maschine wird von vier Mann unter der Leitung eines Ingenieurs bedient. Je ein Mann hat die Bedienung der Messer, des inneren, des äufseren Pfluges und der Bürste. Für das Personal, das monatelang unterwegs ist, wird ein besonderer Wohnwagen mitgeführt, der an die Lokomotive angehängt ist. (In letzterer Zeit wurde in einer gröfseren Zahl von Bauinspektionsbezirken Bayerns die maschinelle Entkrautung mit dieser Maschine vorgenommen.)

2. Chemisches Entgrasen.

Dieses Verfahren besteht im Begiefsen des Schotterbettes mit einer unkrautvernichtenden Flüssigkeit. Die Wirksamkeit dieser Verfahren und der verhältnismäfsig niedere Preis der Soda, die die Basis der meisten dieser Mittel bildet, haben verschiedene Eisenbahngesellschaften veranlafst, eine praktische Arbeitsweise hierfür zu finden. Zu diesem Zweck wurden mit Zerstäubungsapparaten Versuche gemacht, mittels deren die Pflanzen und der Boden mit der Flüssigkeit in sehr konzentrierter Lösung besprengt wurde. Man konnte mit einer geringen Flüssigkeitsmenge selbst die hartnäckigsten Pflanzen wie Schachtelhalm, Quecke, Brombeer usw. bis auf die Wurzel ausrotten. Die günstigste Jahreszeit für dieses Verfahren ist das Frühjahr, solange das Unkraut noch nicht ausgeschossen ist. Aber auch später ist das Verfahren noch wohl anwendbar, wenn zuerst das Unkraut gemäht worden ist. Die besten Erfolge wurden bei nebligem oder feuchtem Wetter erzielt. Der Apparat besteht aus einem zylindrischen kupfernen Behälter der von einem Arbeiter auf dem Rücken getragen wird. Eine Pumpe sorgt jederzeit für den richtigen Druck im Kessel. Die Flüssigkeit wird mittels eines Gummischlauches, an dem sich ein Mundstück befindet, auf die Pflanzen gestäubt. Der Inhalt des Behälters beträgt neun Liter und reicht zur Bearbeitung von 130 bis 170 qm (auf 1 km Gleis 230 bis 320 Liter) wobei auf ein Liter Wasser 250 g Soda genommen werden. Der Kessel entleert sich in etwa sieben Minuten und kann in zwei Minuten wieder gefüllt werden. Das Gesamtgewicht beträgt 15 kg. Die Arbeit ist in keiner Weise gesundheitsschädlich. Das Verfahren, das mit billigen Apparaten durchgeführt werden kann, hat gegenüber der maschinellen Entkrautung den Vorteil, dafs man damit überall arbeiten kann, während dies im anderen Fall z. B. bei Weichen, Kanälen usw. nicht möglich ist, da hier die Messer und Pflüge ausgehoben werden müssen. Jeder Bahnmeister hat bei diesem Verfahren die Möglichkeit, sich die geeignetste Zeit für die Arbeit auszuwählen, während bei Verwendung der Maschine diese nicht immer zur Hand ist, da sie wegen ihres hohen Preises für das Bearbeiten eines gröfseren Gebietes bestimmt sein mufs. Wa.

### Getrennte Bettungs- und Gleiserneuerung.

(„Der Bahnbau" 1925, Nr. 3.)

Geh. Baurat Samans, der Verfasser der preufsischen Oberbauvorschriften, die den getrennten Umbau vorschreiben, gibt über den Zweck dieser Mafsnahme interessante Aufschlüsse, die um so beachtenswerter sind als anderwärts, z. B. im bayrischen Netz, bisher fast ausschliefslich die Bettung gleichzeitig mit dem Gleis umgebaut wurde.

Zunächst soll durch einen getrennten Umbau das allgemeine Durcheinander, das beim gleichzeitigen Umbau auf verkehrsreichen Strecken eintritt, ein überhasteter Gleiseinbau und eine übermäfsige Belastung des Bahnmeisters im Interesse der Bahnunterhaltung vermieden werden.

Ferner soll, da neue Schotterbettung bis zur festen Lage gewöhnlich dreimal gestopft werden mufs und durch die in der Zwischenzeit vorhandene Unruhe das Gleis von Anfang an geschädigt wird, dem alten Oberbau die Aufgabe des Festfahrens der Bettung übertragen werden.

Es wird aber zugegeben, dafs der getrennte Umbau höhere Kosten — wenigstens für den Umbau selbst — erfordert.

Der vorzeitige Bettungsumbau erscheint trotzdem für viele Fälle wohl begründet, und es sollte die Bettung für einen Gleisumbau stets schon im Vorjahr vollständig eingebaut werden — mindestens soweit verkehrsreiche Strecken in Betracht kommen. A. W.

### Schutz der Züge gegen Steinschlag in Amerika.

Wie in Railway Age 1925, Heft 3, beschrieben ist, kam man im Jahre 1921 bei der Northern Pacific auf den Gedanken, selbsttätige Signale aufzustellen, die den Zügen die Unfahrbarkeit des Gleises wegen erfolgten Steinschlages anzeigen sollen. Zu diesem Zweck wurden in gefährlichen, felsigen Einschnitten längs der Gleise Zäune aus starkem Maschendraht aufgestellt und diese mit dem Signal in Verbindung gebracht. Im Jahre 1923 wurde der erste derartige Zaun bei St. Regis gebaut. Er besteht aus einzelnen Abteilungen von gewöhnlich 60 bis 70 m Länge. Die Drähte sind an den Endpfosten der Abteilungen festgemacht, während sie an den Zwischenpfosten nur durch Ösen gehalten sind, durch die sie hindurchgleiten können. Durch Federn wird der Draht in Spannung gehalten, jedoch so, dafs beim Anprall eines schweren Steines ein Durchbiegen möglich ist. Dies hat zur Folge, dafs ein am Ende der Drähte angebrachter Stöpsel eines Steckkontaktes herausgerissen wird. Dadurch wird ein Stromkreis geöffnet und das Signal in Gefahrstellung gebracht. Bei St. Regis wurden durch diese Vorrichtung bei sieben kleineren Steinschlägen zehn Züge und bei drei gröfseren zwei Züge zum Halten gebracht. In einer gröfseren Zahl derartiger Einschnitte wurden bereits solche Zäune errichtet. So besteht z. B. die Anlage im Yakima Canyon aus zehn Abteilungen mit 17 Kontakten bei einer Länge von rund 1600 m. Die früher aufgestellten Wärter kamen dadurch fast gänzlich in Wegfall. Auf Grund von Erfahrungen wurde die Einrichtung so geändert, dafs nicht bei jedem Steinschlag die Signale ausgelöst werden, sondern nur in den Fällen, in denen tatsächlich eine Entgleisungsgefahr für die Züge vorliegt. Wa.

## *Zur Nachricht.*

### *16. Ergänzungsband des Organs.*

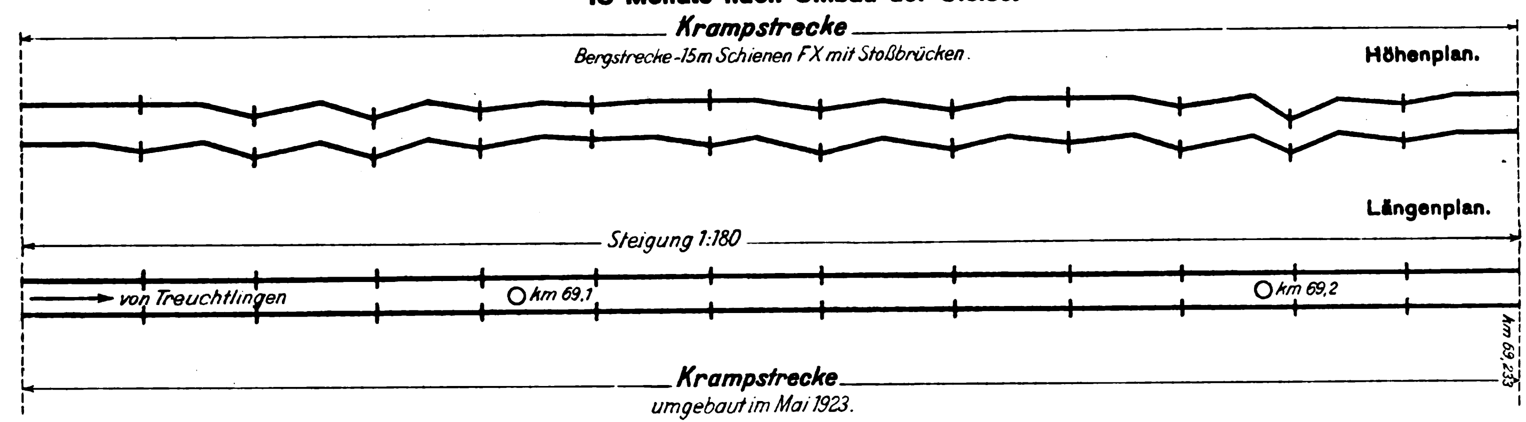
*Bericht über die Arbeiten des Technischen Ausschusses in der Frage der selbsttätigen durchgehenden Güterzugbremse.*

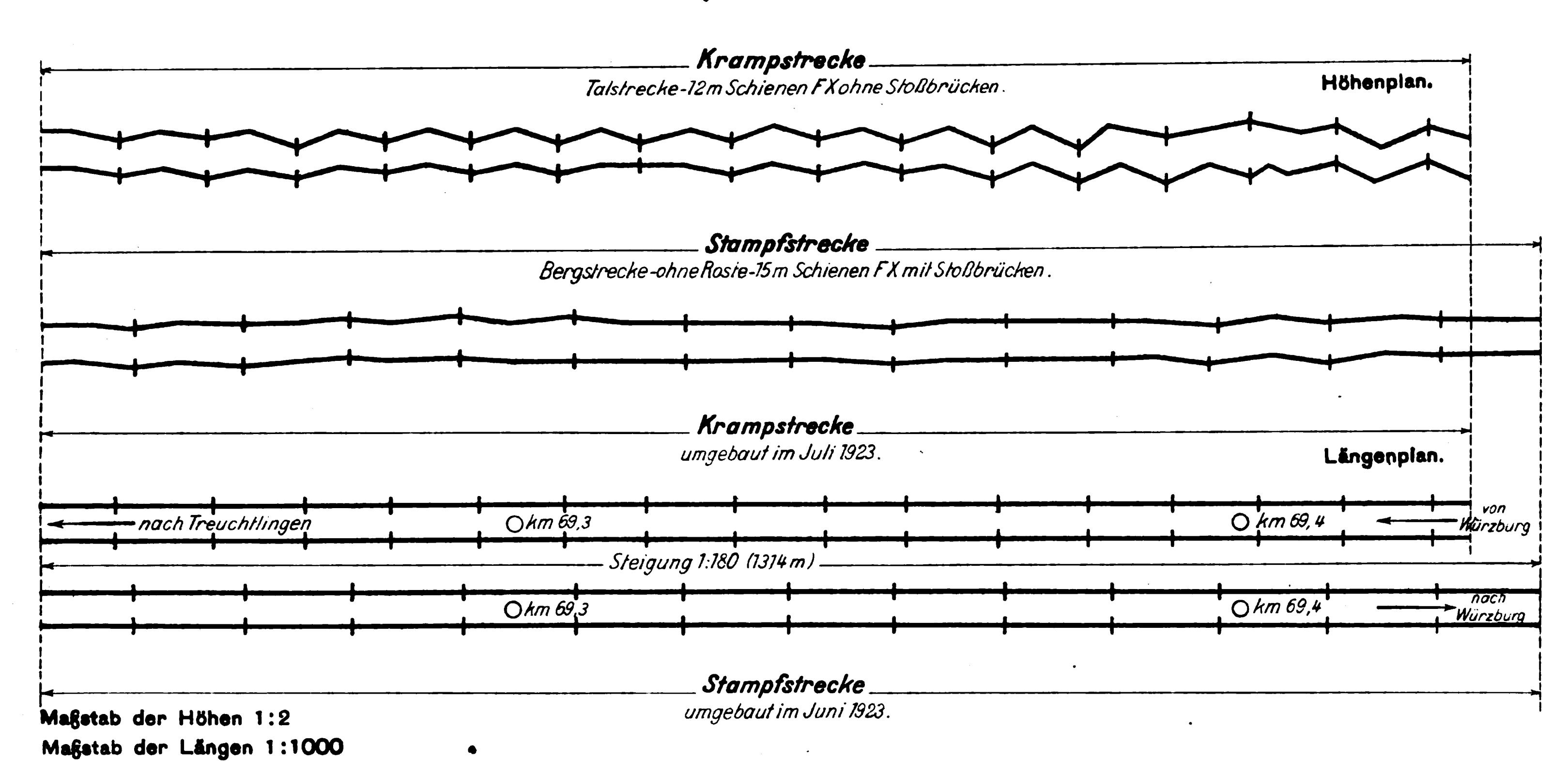
*Nach dem Beschlufs der Vereinsversammlung in Dresden am 12. und 13. Dezember 1923 gibt der Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen im Dezember einen zusammenfassenden Bericht über die langjährigen Arbeiten des Technischen Ausschusses in der Frage der Ausbildung einer selbsttätigen durchgehenden Güterzugbremse heraus. In einer kurzen Schilderung der Versuche und in zahlreichen Tabellen und Zeichnungstafeln wird er die Entwicklung der verschiedenen, vom Verein erprobten Bremssysteme bis zu ihrer Eignung als durchgehende Güterzugbremse enthalten. Auch wird über den gegenwärtigen Stand der durchgehenden Bremse bei Personen- und Schnellzügen in einzelnen Vereinsländern berichtet. Die Ausbildung einer durchgehenden Güterzugbremse hat den Verein über 15 Jahre beschäftigt. Es mufsten viele langwierige und kostspielige Versuche ausgeführt werden, um die von den verschiedenen Verwaltungen gewählten Bremssysteme zu einer geeigneten Güterzugbremse auszubilden. Die hierbei geleistete wertvolle Arbeit ist in zahlreichen Niederschriften des mit dieser Aufgabe betraut gewesenen Unterausschusses des Technischen Ausschusses des Vereins enthalten. Da diese der Öffentlichkeit nicht allgemein zugänglich gemacht werden können, ist die Herausgabe des besonderen Berichtes sehr zu begrüfsen, um so mehr als die Frage der Einführung einer durchgehenden Güterzugbremse zur Zeit alle Eisenbahnländer in Europa beschäftigt. Das Werk wird daher nicht nur für die Eisenbahnverwaltungen aller Länder, sondern auch für die industriellen Kreise von grofsem Nutzen sein, da es eine Fundgrube von Erfahrungen ist und zweifellos die besten Unterlagen bietet, um diese wichtige Frage aus dem Gebiete des Eisenbahnwesens immer weiter zu vervollkommnen und auszubilden.*

*Das Werk erscheint im Dezember als 16. Ergänzungsband zum „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens" und kann im Verlag von C. W. Kreidel in München zum Preise von 40.00 ℳ bezogen werden.* C.

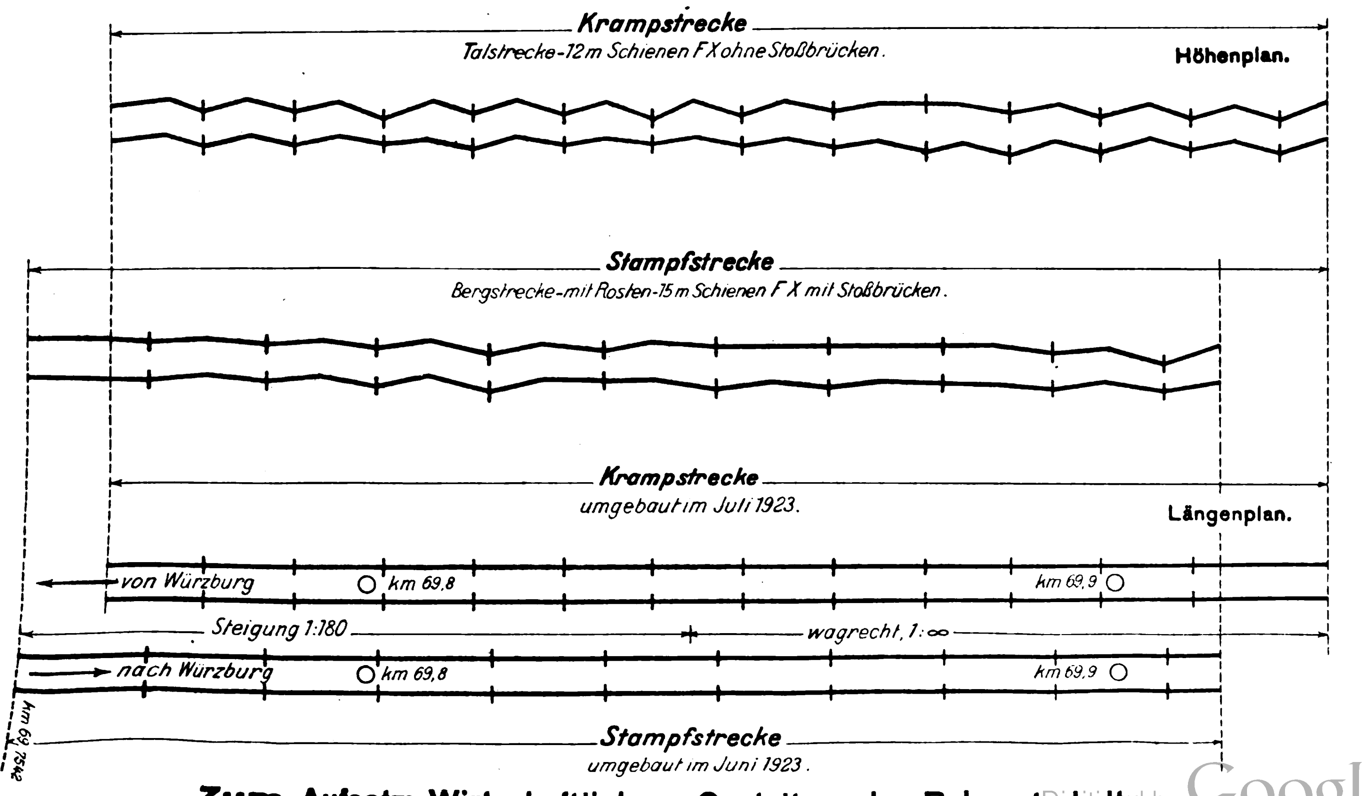
Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

**Vergleich der Stoßeinschläge zwischen Kramp- und Stampfstrecke, aufgenommen im Oktober 1924 - 15 Monate nach Umbau der Gleise.**




Maßstab der Höhen 1:2
Maßstab der Längen 1:1000




**Zum Aufsatz: Wirtschaftlichere Gestaltung der Bahnunterhaltung durch Anwendung des Stampfverfahrens.**

C. W. Kreidel's Verlag, München
Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

**Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen**

Schriftleitung: **Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg,** unter Mitwirkung von **Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

**80. Jahrgang** | **15. Dezember 1925** | **Heft 23**

## Die Entwicklung der Lokomotiven der vormaligen bayerischen Staatseisenbahnen*)

auf dem Hintergrunde der allgemeinen Verkehrsentwicklung.

Von Reichsbahnoberrat Dr. **H. Uebelacker**, Nürnberg.

Hierzu Tafel 36 und 37 (letztere im nächstfolgenden Heft).

Im Frühjahr 1925 ist in Nürnberg, der ersten Eisenbahnstadt Deutschlands, das bayerische Verkehrsmuseum als Ehrenstätte der vormaligen bayerischen Staatseisenbahnen eröffnet worden. Es mag daher angebracht erscheinen, in diesen Blättern einen Rückblick zu werfen auf die Entwicklung der bayerischen Lokomotiven, deren Modelle aus älterer und neuerer Zeit den Grundstock des Museums bildeten und die auch in den jetzigen umfangreichen Sammlungen eine Hauptzierde desselben darstellen.

Wie die Lok. den Anstofs und die Möglichkeit zu der ungeheuren Ausdehnung des Verkehrs, ohne den unser ganzes Wirtschaftsleben, ja unsere ganze Kultur gar nicht gedacht werden kann, gegeben hat, so war umgekehrt das ständig zunehmende Verkehrsbedürfnis ein mächtiger Antrieb für die Entwicklung der Lokomotive. Im folgenden soll daher nicht eine blofse Reihe von technischen Einzelheiten vorgeführt werden, sondern es soll das Bild der bayerischen Lok. auf dem Hintergrunde der allgemeinen Verkehrsentwicklung gezeigt werden.

Es lassen sich in der bayerischen Lok.- und Eisenbahngeschichte vier Zeiträume unterscheiden. Vom Geburtsjahre der bayerischen Staatseisenbahnen ab, dem Jahre 1844, rechnet die erste Periode, etwa bis zum Anfang der sechziger Jahre, in der eine Reihe von Typen, namentlich anfangs, rasch aufeinanderfolgt, weil man tastend das Richtige noch nicht getroffen hatte; es ist das Zeitalter, in dem für Personenzüge, anfangs ja ausschliefslich, später zu einem erheblichen Teil, die ungekuppelte Lok., für gemischte Züge die zweifach gekuppelte Lok. verwendet wird. Der zweite Zeitraum erstreckt sich bis etwa zur Mitte der achtziger Jahre, umfafst also rund 25 Jahre. Er zeichnet sich im Gegensatz zum vorhergehenden durch eine aufserordentliche Stabilität der Typen aus, die sich überdies nur wenig voneinander unterscheiden. Der Dreikuppler tritt zur Beförderung reiner Güterzüge, die zu Beginn dieses Zeitraums in gröfserem Umfang eingeführt werden, hinzu. Der dritte Zeitraum zeigt wieder ein kräftiges Vorwärtsstreben; er ist gekennzeichnet durch das Streben nicht nur nach gröfserer Leistung, sondern auch nach gröfserer Wirtschaftlichkeit im Kohlenverbrauch; man kann ihn bis zu den ersten Jahren des neuen Jahrhunderts rechnen. Von da ab treten wir in die Gegenwart, die Grofslokomotive mit vier Zylindern und Überhitzung, erscheint. Selbstverständlich sind die Jahreszahlen nur angenähert; eine scharfe Trennung der Abschnitte kann und soll damit nicht ausgesprochen werden, denn in der Wirklichkeit ist ein ununterbrochener stetiger Flufs des Geschehens vorhanden, die Lok.en der einen Epoche ragen vielfach noch lange in die nächste Epoche hinein, indem sie zu untergeordneten Diensten abwandern, bis sie langsam auch dort unbrauchbar werden, der Ausmusterung verfallen und allmählich erlöschen.

### I. Vorgeschichte.

Die Geburtsstätte der Lok. ist bekanntlich England; dort hat sich die Urgeschichte der Lok. abgespielt, beginnend mit den Versuchen Trevithicks, Blenkinsops und Hedleys in den ersten Jahren des 19. Jahrhunderts. Hedleys »Puffing Billy« vom Jahre 1813, die als die erste wirklich zum Dienste, in den Kohlengruben von Wylam, verwendbare Lok. angesehen werden kann, steht in getreuer Nachbildung als Urahne im Deutschen Museum, ein Geschenk des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen. Das Jahr 1825 brachte die Eröffnung der ersten für den öffentlichen Personenverkehr mit Lok.en betriebenen Bahn von Stockton nach Darlington — am 27. September war der 100. Jahrestag dieses Ereignisses. Vom Jahre 1829 endlich, in dem aus dem Rennen von Rainhill die für Schnellfahrten und damit für den Personenverkehr erst geeignete von Rob. Stephenson gebaute Lok. »Rocket« als Siegerin hervorging, datiert das Wachstum und die Ausbreitung der Eisenbahnen. Es beginnt der Eisenbahnbau in allen Ländern, die Lok. tritt ihren Siegeszug über die ganze Welt an. So kam die Lok. schon in ziemlicher Vollkommenheit nach Deutschland.

Die erste Eisenbahn Deutschlands war bekanntlich die Nürnberg—Fürther Ludwigseisenbahn und es möge die Lok., die hier am 7. Dezember 1835 erstmals einen Personenzug über den eisernen Pfad führte und nebst einer Anzahl englischer Nachfolgerinnen**) die Brücke bildete vom Mutterland England zur Entwicklung der bayerischen und deutschen Lok.en, obwohl nicht Staatsbahnlok., hier besprochen werden. Sie führte den Namen »Der Adler«. Ihr Modell, nach alten Zeichnungen, die bei einem Brande der Hauptwerkstätte Nürnberg vor 18 Jahren leider zugrunde gingen, ausgeführt, befindet sich im Nürnberger Museum (Abb. 1). Sie stammte aus der Fabrik von Stephenson und wurde von einem englischen Lokomotivführer, — denn es gab in Deutschland noch niemand, der mit Lok.en umgehen konnte, — geführt. In ihre einzelnen Teile zerlegt, war sie zu Schiff nach Köln und von da auf der Landstrafse nach Nürnberg befördert worden, wo sie in Spaeths Werkstätte am Dutzendteich zusammengesetzt wurde. Die Lok. entsprach vollständig der Stephensonschen »Patentee« Lok., einer durch mehrere Zwischenstufen erreichten Fortbildung der Rocket. Ausbildung einer besonderen Feuerbüchse und Rauchkammer, Unterteilung der Heizgase durch ein Röhrenbündel, Benützung des Auspuffs zur Feueranfachung, wagrecht vor den Treibrädern liegende Zylinder, Schubkurbelgetriebe mit Kreuzkopfgleitbahnen,

*) Erweiterte Ausarbeitung eines vom Verfasser gehaltenen Vortrags. — Quellen: Zeichnungen, Verzeichnisse usw. des Nürnberger Verkehrsmuseums, Aufzeichnungen der Herren Prof. Lotter und Dr. Ing. v. Helmholtz; Marggraf: „Die königlich bayerischen Staatseisenbahnen in geschichtlicher und statistischer Beziehung.“ Ferner hatte Herr Prof. Gaiser, Aschaffenburg, die Liebenswürdigkeit, einige Ergänzungen und Richtigstellungen vorzunehmen.

Der Aufsatz bezieht sich nur auf die Entwicklung der Lok. des rechtsrheinischen Netzes einschliefslich der bereits im Jahre 1876 verstaatlichten ehemaligen bayerischen Ostbahnen. — Dagegen wurden die Lok.en der Pfalzbahn, die erst im Jahre 1909 verstaatlicht wurde, und deren Lok.en eine eigene Entwicklung durchmachten, die sich allerdings späterhin immer mehr an die Staatsbahn anlehnte, aufser Betracht gelassen.

Mit Rücksicht auf das historische Interesse ist den älteren Lok.en ein breiterer Raum gewidmet als den neueren. Auf Vollständigkeit in der Aufzählung soll der Aufsatz keinen Anspruch machen; er soll nur in grofsen Zügen die Entwicklung zeigen.

**) Die Ludwigsbahn bezog noch eine, der Lok. „Adler“ gleiche Lok. aus England „Pfeil“. Im ganzen erreichte die Zahl der englischen Lok.en auf deutschen Bahnen bis zum Jahr 1844, bis zum wirksamen Einsetzen des deutschen Lokomotivbaues, die Zahl 179 (vergl. Hanomag-Nachr. 1918, S. 54).

waren ihr bereits zu eigen und gaben ihr die Grundform, die auch die heutigen Dampf-Lok.en noch besitzen. Die Lok. hatte drei Achsen, von denen nur die mittlere angetrieben war.

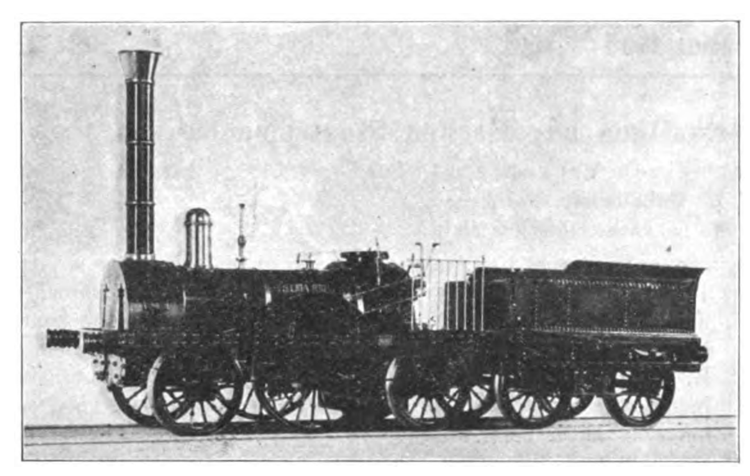


Abb. 1. Lok. „Der Adler“ der Nürnberg-Fürther Eisenbahn.

Die dreiachsige Lok. war der zweiachsigen gefolgt, weil bei der zweiachsigen, wie sie durch Stephensons »Planet« und die offenen Personenwagen. Die beiden Dampfmaschinen lagen — eine Neuerung Stephensons gegen seine ersten Lok.-Entwürfe, die sich in England bis auf die heutige Zeit erhalten hat, — innen und ganz wagrecht, da man erkannt hatte, daſs die schräg angeordneten Zylinder ein Heben und Senken der Lok. auf den Rädern bewirkten.

Um die doppelt gekröpfte, der Bruchgefahr stark ausgesetzte Treibachse zwischen den Rahmen nochmals lagern zu können, und zum Ausgleich der Zylinderkräfte sind vier Längsversteifungen innerhalb der Räder vom Stehkessel zur Rauchkammer durchgeführt.

Eine noch sehr unvollkommene Einrichtung war die Steuerung. Für jeden Schieber war nur eine Hubscheibe vorgesehen, die Scheiben für die beiden Schieber waren aus einem Stück in der Mitte der Treibachse angebracht; dieses Hubscheibenstück konnte auf der Achse verschoben und dadurch mit einem stellringartig auf der Achse sitzenden Mitnehmer für die Vorwärtsfahrt oder einem anderen für die Rückwärtsfahrt in Eingriff gebracht werden. Um die Rückwärtsfahrt einzuleiten, muſsten die Schieber zunächst von Hand mit besonderem Gestänge in die entsprechende Stellung verbracht werden, so daſs schon eine groſse Geschicklichkeit dazu gehörte, die Lok.en in die gewünschte Fahrtrichtung zu bringen. Der Führerstand ist gegen Wind und Wetter vollständig ungeschützt,

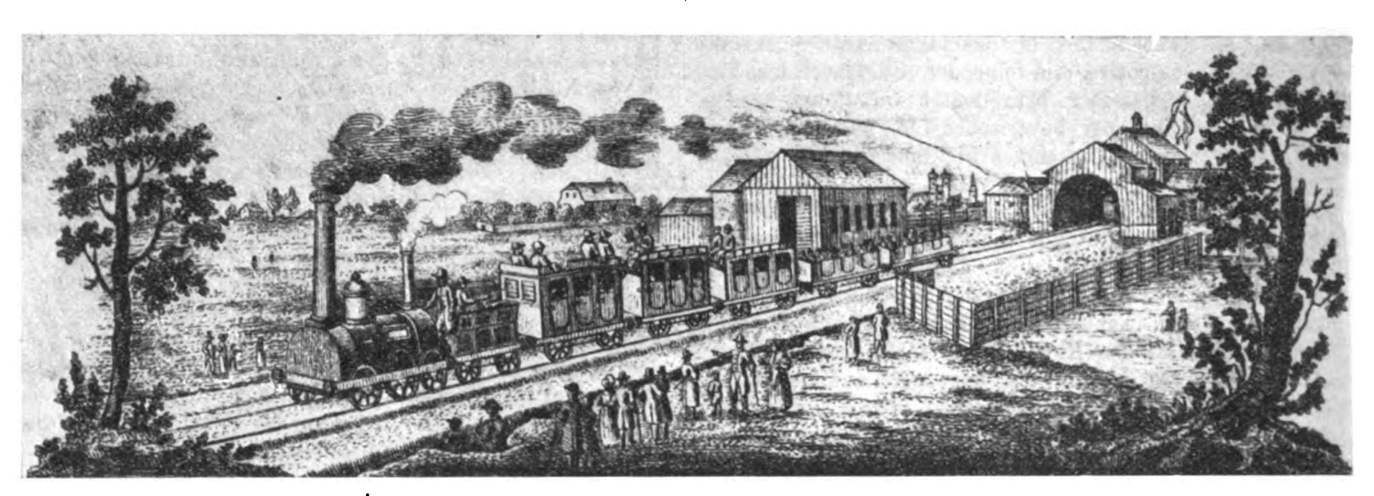


Abb. 2*). Die München-Augsburger Eisenbahn 1840.

Type gekennzeichnet war, die vorn und hinten überhängenden Massen ein Nicken bei gröſseren Geschwindigkeiten herbeiführten. Die Treibachse hatte keine Spurkränze, um ja keine Zwängungen in den Gleisbögen entstehen zu lassen, ein Mittel, das man ja auch heute bei vielachsigen Lok.en noch anwendet. Der Rahmen der Lok.en war damals ein Rahmen im eigentlichen Sinne des Wortes, ein aus starken Holzbalken zusammengesetztes Viereck, auſsen um die Räder herumgreifend. Wo sich die Räder befinden, sind zu beiden Seiten jedes Längsbalkens Blechlappen mit Ausschnitten angesetzt, durch Stangen gegeneinander und den Stirnbalken abgesteift. In dem weiten Zwischenraum zwischen den Längsbalken hing der wesentlich schmälere Kessel mit beiderseits je drei weit ausladenden gegossenen Pratzen. Feuerkasten und Rauchkammer sprangen über den Langkessel vor. Der Stehkessel trug ein Mannloch, der Langkessel ein Sicherheitsventil. Dampfdom, mit Messing umkleidet, befand sich vorn. Die Feuerbüchse war aus Kupfer, die Heizrohre waren aus Messing.

Der Schornstein war ziemlich hoch und schlank, teils zur Unterstützung der Feueranfachung durch natürlichen Zug, teils wegen Hochführung der Rauchgase über den offenen Führerstand nur ein Geländer umgibt ihn. Die Lok. entsprach in ihren Abmessungen nicht etwa den gleichzeitigen englischen Schwestern: sie war ziemlich klein, entsprechend ihrem Dienste auf einer vollständig wagrechten, nur rund 5 km langen Bahn. Ihre Leistung ist auf etwa 12 bis 15 PS zu veranschlagen. Die Hauptabmessungen waren: Dampfdr. p $3^1/_2$ at, Treibr.-Dchm. D 1372 mm (4′6″), Zyl.-Dchm. d 229 mm (9″), Hub h 406 mm (16″), Rostfl. R 0,47 qm, Heizfl. H 18,2 qm, Achsstand a 2489 mm, Dienstg. L 6,73 t, Tender T 2,75 t*).

Ferner betrug der Kesseldurchmesser 2′4″ = 711 mm, die Länge 6′ = 1829 mm, die Zahl der Rohre 62, die Höhe des Langkessels 1,60 m, der Oberkante Kamin 4,27 über S.O. Die Anschaffungskosten waren 13,930 fl = 23,880 ℳ.

Am 31. Oktober 1922 hat die Ludwigseisenbahn nach 87 jährigem Bestehen ihren Betrieb eingestellt, ein Opfer der wirtschaftlichen Verhältnisse und des technischen Fortschritts. — Bei der Eröffnung aber hatte sie wie auch späterhin während der meisten Zeit ihres Bestehens glänzende finanzielle Ergebnisse.

Ihr Erfolg bei der Eröffnung führte sofort zu weiteren Bahnbauentwürfen mit weitschauenden Zielen; es wurde einem München-Augsburger Konsortium der Bau einer Bahnlinie

*) Diese Abbildung sowie einige der folgenden sind der Zeitschrift „Das Bayerland“ entnommen.

*) Bei den Maſsangaben der folgenden Lok.en sind nur die Buchstaben zur Bezeichnung verwendet.

München—Augsburg und der Ludwigseisenbahngesellschaft der Bau einer Bahnlinie Nürnberg—Hof über Bamberg konzessioniert. Erstere (60 km) wurde als zweite Bahn Bayerns am 4. Oktober 1840 eröffnet. Auch die acht anfangs vorhandenen Lok.en dieser Bahn stammten noch, wie ihre Führer, aus England, aber ein Jahr nach der Eröffnung stellte sich auch die erste in Bayern gebaute Lok. ein, die Lok. »Der Münchner«, die, in einer der ersten deutschen Lok.fabriken, dem Eisenwerk J. A. Maffei in München gebaut, unter Leitung des Maschinenmeisters der Bahn, Jos. Hall, im Oktober 1841 ihre Probefahrt ablegte (Abb. 3). Freilich konnte der einheimische Lok.-Bau noch nicht ganz auf eigenen Füfsen stehen, denn Achsen und Räder, Kessel- und Feuerbuchsbleche waren noch aus England bezogen. Die Lok. wurde durch die Sachverständigen Oberbaurat Beyschlag, Prof. Dr. Aug. Steinheil und Prof. Selinger eingehend geprüft und im Vergleich mit den englischen Lok.en als vorzüglich leistungsfähig anerkannt. Bei der Schnellfahrt am 20. Dezember 1841 erreichte sie mit

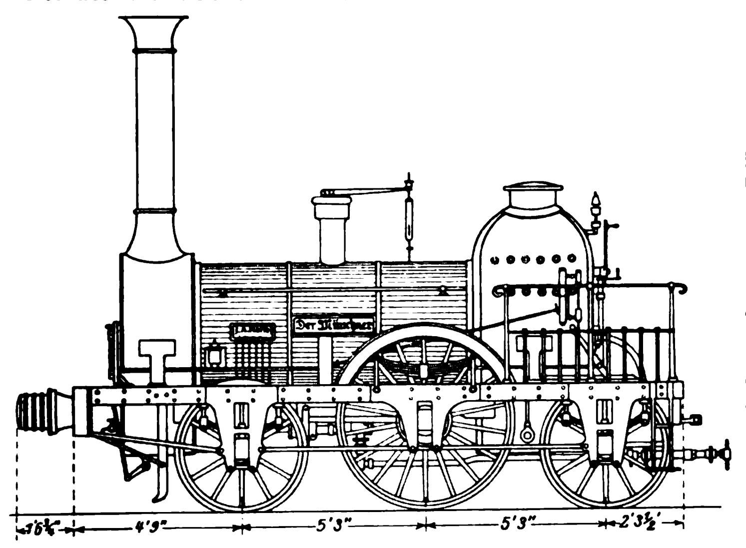



Abb. 3. „Der Münchner". Erste von einer bayerischen Lok.fabrik gebaute Lokomotive.

einem Personenwagen 59 km/Std. Die Lok. lehnt sich durchaus an das englische Vorbild an und gleicht dem »Adler« fast vollständig. Auffallend daran ist die starke Überhöhung des Stehkessels unter Ausbildung zu einer Vierseitkuppel nach damaligem englischen Muster, um einen gröfseren Dampfsammelraum zu bekommen und einen besonderen Dom zu ersparen. Weiterhin ist bemerkenswert die Erhöhung des Dampfdruckes auf 6 at und des Treibraddurchmessers auf 1676 mm; die Rostfläche war wesentlich gröfser, 0,93 qm, ebenso die Heizfläche, wie bei den gleichzeitigen englischen Lok.en, 46 qm, Zylinder d 305 mm, h 457 mm (12"/18"); L 13,8 t.

### II. Die ersten Lokomotiven der bayerischen Staatseisenbahnen.

Die Bahnlinie Nürnberg—Bamberg, die als nächste Bahn gebaut wurde, wurde trotz der Konzessionserteilung nicht mehr als Privatbahn gebaut. Der ersten Begeisterung war bald eine gewisse Ernüchterung gefolgt, nachdem die Verkehrsentwicklung auf den inzwischen in Deutschland gebauten Bahnen sich doch nicht so stürmisch vollzogen hatte, als erwartet worden war, da die Tarife ziemlich hoch gehalten werden mufsten. Zum Teil wurden aus wirtschaftlichen Gründen, so auch auf der Ludwigseisenbahn, Zwischenfahrten mit Pferdebetrieb ausgeführt, die München-Augsburger Bahn konnte nur 3 % Dividende verteilen. — Da nahm sich, um die Entwicklung der Eisenbahnen, deren volkswirtschaftlicher Nutzen doch bereits voll erkannt war, nicht ins Wanken geraten zu lassen, der bayerische Staat der Sache an und es wurde nach dem Vorgang von Belgien, in Deutschland von Braunschweig und Baden (1837/38) das Staatsbahnprinzip proklamiert (lange vor den übrigen deutschen Grofsstaaten). Dabei wurde in grofszügiger Weise eine das ganze Land durchziehende Nord-Süd-Linie von Lindau bis Hof, die »Ludwigs-Süd-Nord-Bahn«, in Verbindung mit einer Ost-West-Linie, Bamberg—Aschaffenburg ins Auge gefafst, der Ludwigseisenbahn die Konzession entzogen und die Privatbahn München—Augsburg käuflich erworben. — Wiederum spielt Nürnberg in der bayerischen Eisenbahngeschichte eine Rolle. Die erste Bahnlinie, auf der der bayerische Staat seinen Betrieb eröffnete, war die Linie Nürnberg—Bamberg (61 km). Sie wurde am Geburtstag des Königs am 25. August 1844 in glänzender Weise in Anwesenheit desselben feierlich eröffnet. Die Lok. »Bavaria«*), die erste von Maffei für die junge Staatsbahn

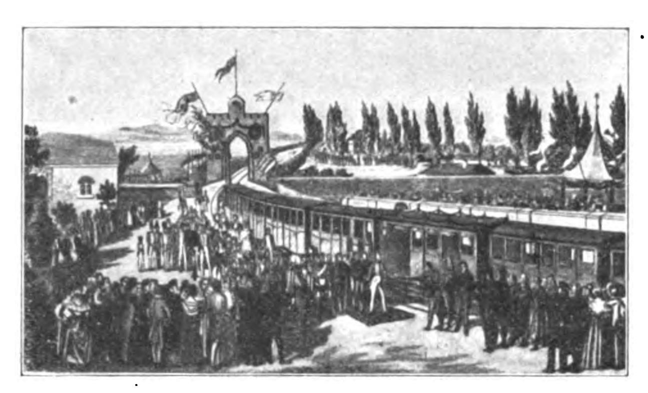


Abb. 4.
Fahrt König Ludwigs I. auf der Nürnberg-Bamberger Bahn.

gelieferte Lok., zog den aus 14 Wagen bestehenden Probe- und Festzug, während eine zweite Lok., »Saxonia«, einen weiteren Zug führte, der die beim Bahnbau beschäftigten Arbeiter und die Vertreter der Gewerbe mit ihren buntfarbigen, von den offenen Wagen wehenden Zunftfahnen fafste. Die 16 Wegstunden — je entsprechend 3,7 km — wurden in 93 Minuten (unter Abzug der Aufenthalte) zurückgelegt, so dafs eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 40 km erreicht wurde.

Die Lok.en Bavaria und Saxonia gehörten einer Lieferung von 24 Lok.en an, der ersten Lieferung für die bayerische Staatsbahn, die in gleichen Teilen auf drei Lok.-Fabriken, nämlich: Maffei in München, Kefsler in Karlsruhe und J. Meyer in Mühlhausen (Elsafs) vergeben worden waren, und zwar im Gegensatz zu früheren Gepflogenheiten anderer Bahnen unter Vorschreibung eines genauen Programms, das auf Grund vergleichender Studien der damals vorhandenen Lok.en aufgestellt war. Als Leistung war vorgeschrieben, dafs die Lok.en 70 t auf einer Steigung 1 : 200 mit 33 km/Std. Fahrgeschwindigkeit ziehen sollten. Die Lok.en waren im wesentlichen nach dem Muster der damals von dem englischen Lok.-Konstrukteur Forrester für die Braunschweigische Landesbahn gelieferten Lok.en gebaut, der vor allem auf gute Zugänglichkeit aller bewegten Teile sah (Abb. 5 und Taf. 36, Nr. 1). Sie haben daher aufsenliegende Zylinder; auch die Schieberkästen liegen aufsen über den Zylindern; der Steuerungsantrieb liegt hingegen, weil man noch keine Lösung gefunden hatte, die zwei Hubscheiben jeder Seite mit der Kurbel zu vereinigen, innerhalb der Rahmen, sie übertragen ihre Bewegung durch eine Hebelwelle nach aufsen. Die Steuerung hatte, wie dies schon mindestens bei einem Teil der acht englischen Lok.en der München-Augsburger Bahn ausgeführt war, eine wesentliche

*) Nach einem anderen Bericht hätte die von Kefsler gelieferte Lok. „Germania" den Zug gefahren.

Verbesserung erfahren; es waren vier Hubscheiben, je zwei für jede Maschinenseite, eine für Vorwärts- und eine für Rückwärtsfahrt angeordnet, und es konnte der Schieberstangenbolzen jeweils mit der einen oder andern mittels Gabeln, die an den Exzenterstangen angebracht waren, verbunden werden. Es war dies eine von den Engländern R. und W. Hawthorn Mitte der dreifsiger Jahre erfundene Verbesserung. Die Ausführungsform mit zwei einander zugekehrten Gabeln der

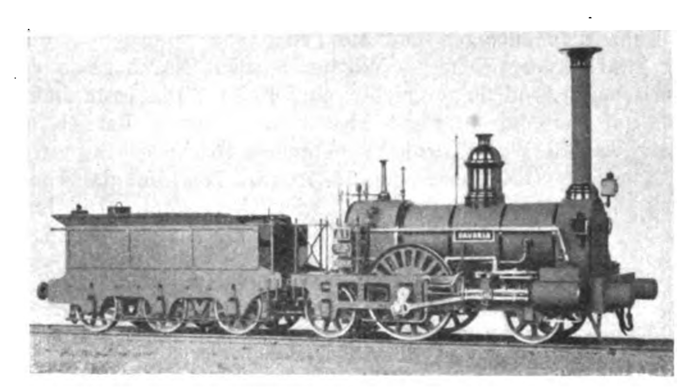


Abb. 5. Lok. Gattung A I „Bavaria".

Exzenterstangen entsprach der bei der Lok.fabrik Sharp & Roberts üblichen Ausführung, sie bildete die Vorstufe zur Stephensonschen Kulisse. Nun konnte die Umsteuerung nach vorwärts und rückwärts erst in sicherer und rascher Weise vorgenommen werden. Nach anderer Richtung war aber die Steuerung verwickelter geworden; man hatte, um eine Expansion des Dampfes im Zylinder zum Zwecke besserer Ausnützung herbeizuführen, die bei ortfesten Dampfmaschinen damals in Aufnahme gekommene sog. Meyersche Expansionssteuerung als weitere, wie sich später herausstellte, höchst überflüssige Zutat hinzugefügt. Der Expansionsschieber wurde mittels Umkehrhebel vom Kreuzkopf angetrieben, war also mit dem Kolben gegenläufig und brauchte daher nicht umgesteuert zu werden. Die Achsanordnung ist die gleiche wie bei den Vorgängerinnen: 1 A 1. Die Treibachse liegt knapp vor dem Stehkessel, die Treibräder nehmen die Seitenwände desselben zwischen sich auf; die letzte Laufachse liegt hinter dem Stehkessel, ihre Belastung konnte durch Schrauben vom Führerstand aus erhöht oder ermäfsigt werden; eine Verringerung der Belastung fand statt bei langsamer Fahrt, um die Treibachse zu belasten und damit das Reibungsgewicht — für gewöhnlich 6,8 t — zu erhöhen, während bei gröfserer Fahrgeschwindigkeit zur Verhütung des Nickens die hintere Achse eine entsprechende Belastung haben mufste; auch dieses Mittel ist da und dort in der Neuzeit wieder aufgegriffen worden (badische 3/6 Sz-Lok., amerikanischer »Traction Increaser«). Der Achsstand, den man wegen des Durchlaufens der Krümmungen noch ängstlich klein hielt, war 3391 mm. Wegen des gleichen Grundes waren auch bei dieser Lok. die Treibräder ohne Spurkränze. Der Rahmen war schon weit vollkommener geworden. Die Seitenrahmen hatten einen oberen und unteren eisernen Gurtbalken, die durch zwei mit Ausschnitten versehene Blechplatten verbunden waren, sog. doppelwandiger Rahmen, Füllrahmen, da die Walzwerke inzwischen breitere und längere Bleche herstellen konnten; er trug vorn und hinten den Zugapparat; an der Treibachse lag die Tragfeder unterhalb der Achsbüchse. Bei den nächsten Lok.en wich man in der Rahmenbauart jedoch von dieser Ausführung wieder ab bis zur A V. — Die Lok. ist wesentlich gröfser als der Adler; die Scheitellinie des Langkessels liegt 2,2 m über S. O., die Kaminkrone, schön kapitälförmig ausgewulstet und aus Messing getrieben, 4,50 m; der Langkessel trägt in der Mitte einen stattlichen Dampfdom mit Messingblech umkleidet und mit Profilwulsten und Ringen verziert. Die Stehkesseldecke, gewölbt, überragt den Langkessel etwas; die Speisepumpen — den Injektor kannte man damals noch nicht — liegen wagrecht neben den Kreuzkopfbahnen, ihre Tauchkolben sind unmittelbar an die Kreuzköpfe angehängt (»langhübige Pumpen«). Die Führungen der Kreuzköpfe sind zu beiden Seiten der Zylindermittellinien angeordnet, wie damals auch im ortsfesten Dampfmaschinenbau üblich. Der Regler liegt nicht, wie bei den ersten Maschinen und auch in der Neuzeit üblich, im Langkessel, mit drehbarer Welle zu bedienen, sondern in der Rauchkammer zwischen den Schieberkästen und ist durch seitliche Zugstange zu öffnen und zu schliefsen. Ein Schutz gegen Wind und Wetter ist noch nicht ausgeführt. Abmessungen: p 6 at, D 1524 mm, d 305 mm, h 508 mm, R 0,76 qm, H 46,4 qm, L 15,3 t, $L_1$ 6,1 t, T 9 t (3,4 cbm Wasservorrat).

Die erwähnten 24 Lok.en waren Lok.en für allgemeine Verwendung. Es gab im Anfang des Eisenbahnwesens noch keinen Unterschied zwischen Güter- und Personenbeförderung, es wurden vielmehr nur »gemischte Züge« gefahren. Im Anfang überwog ja bei weitem die Personenbeförderung (1844/45 77,6%; 11,3% Güterverkehr, 11,1% übriger Verkehr). Den Verkehr auf der Strecke Nürnberg—Bamberg bewältigten vier Zugpaare, die um 7, 11, 3 und 7 Uhr in Nürnberg, um 9, 1, 5 Uhr und um 9[30] abends in Bamberg abgingen.

Die Type »A I«*) hat bis zur Mitte der siebziger Jahre bestanden; einzelne Lok.en haben darnach noch auf der Ludwigseisenbahn und der Militärübungsbahn bei Ingolstadt Dienst getan.

Die Gattung mit nur einem Treibrad hatte noch vier Nachfolgerinnen, nämlich A II bis V, und wurde bis zum Jahre 1854 gebaut. — Natürlich handelte es sich bei den folgenden Nachbestellungen vor allem um Lok.en mit gröfseren Abmessungen. Doch kamen auch grundsätzlich neue Gesichtspunkte in der Bauart hinzu.

Es war Stephenson gelungen, nach Einführung des Heizröhrenkessels eine weitere wärmetechnische Verbesserung zu schaffen durch eine Verlängerung des Kessels. Er hatte mit Hilfe der Schmelzpunkte von Blei, Zinn und Zink festgestellt, dafs die Heizgase mit sehr hohen Temperaturen den Schornstein verliefsen und den Schlufs daraus gezogen, dafs sie schlecht ausgenützt würden und eine Vergröfserung der wärmeaufnehmenden Oberfläche durch Verlängerung der Rohre notwendig sei. Diese sog. »Longboiler«-(Langrohr-) Lok.en begründeten den Ruhm Stephensons aufs neue. Allerdings war mit der Verlängerung des Kessels auch ein Nachteil verbunden: Stephenson wagte nämlich nicht, die Räder weiter auseinanderzuziehen, aus Furcht, die Maschinen könnten nicht mehr durch die Krümmungen durchgehen. Aufserdem war aber auch mitbestimmend die Gröfse der vorhandenen Drehscheiben, die damals der Raumersparnis halber vielfach an Stelle von Weichen in den Bahnhöfen vorhanden waren und auf denen Lok.en und Tender für sich gedreht wurden. Er verlängerte also den Kessel über die hintere Laufachse hinaus, und dadurch trat nun wieder der Nachteil der überhängenden Massen ein, wie früher bei den zweiachsigen Lok.en der Planet-Type. Aufser dem verlängerten Kessel hatte Stephensons neue Lok., als sie auf dem Festland bekannter wurde, auch zum erstenmal die altbekannte Stephensonsche Kulissensteuerung, bei der ein stetiger

*) Die Gattungsbezeichnung war der Buchstabe A (1 Treibachse bedeutend) mit einer römischen Ziffer zur Unterscheidung der Spielarten; Lok.en mit zwei gekuppelten Achsen wurden mit B, mit drei gekuppelten Achsen mit C und einer römischen Ziffer bezeichnet. Für alle Tenderlok.en wurde später, ohne Rücksicht auf die Zahl der gekuppelten Achsen, der Buchstabe D eingeführt; als die vierfach gekuppelte Gz-Lok. auftrat, mufste ihr daher die Bezeichnung E gegeben werden. Zu Beginn des Jahrhunderts wurden für die nun hinzukommenden Lok.en die Buchstaben S, P, G, R, je nach der Verwendung, eingeführt, unter Hinzufügung des Kupplungsverhältnisses in Bruchform, des Buchstabens t für Tendermaschinen, des Buchstabens L für Lokalbahnmaschinen.

Übergang von der Füllung vorwärts zur Füllung rückwärts möglich war. Allerdings erkannte man den Wert von Zwischenstellungen zunächst nicht. Es steht nicht ganz fest, ob das Verdienst, diese grofse Verbesserung geschaffen zu haben, Stephenson oder seinem Mitarbeiter Howe zuzuerkennen ist. »Longboiler« und Stephenson-Steuerung gehen auf das Jahr 1841 und 1842 zurück. Solche »Longboiler«-Lok.en wurden 1847/48 13 Stück als Gattung A II beschafft, und zwar 6 Stück von Maffei und 7 Stück von Kefsler, Karlsruhe (Taf. 36, Nr. 2). Ihre Heizfläche war infolge des um 1 m längeren Kessels von 41 auf 71 qm gesteigert, bei wenig vergröfserter Rostfläche (0,83 qm), das Verhältnis Heizfläche: Rostfläche war von 50 auf 86, also über das gegenwärtige Mafs hinaus gewachsen. Auch das Gewicht zeigte eine Zunahme um beinahe 5 t von 17,2 auf 21,9 t, der Radstand war kleiner wegen der vermeintlichen Notwendigkeit alle drei Achsen unter dem Langkessel unterbringen zu müssen (3,048 m). An der äufseren Erscheinung fällt die hohe Vierseitkuppel des Stehkessels auf, wie sie schon »Der Münchner« hatte. Ebenso war der Rahmen nach dem Vorgang Stephensons bei seiner Longboiler-Lok., der wieder E. Bury folgte, abweichend von den bisherigen Lok.en innerhalb der Räder angeordnet, was aber in Bayern vereinzelt blieb. Denn während der folgenden vier Jahrzehnte hindurch herrschte hier im Gegensatz zu grofsen Teilen des übrigen Deutschlands der Aufsenrahmen. Auch die Schieberkästen mit der Neuerung senkrechter Schieberflächen und die Steuerung waren innenliegend angeordnet. Dagegen lagen die Zylinder aufsen; und auch daran hielten die bayerischen Staatsbahnen bis zum heutigen Tag unverändert fest. Innenzylinder wurden nur bei einer Mehrzahl von Zylindern ausgeführt. Im übrigen sind auch bei den anderen deutschen Bahnen Aufsenzylinder stets die Regel gewesen. Die Meyersche Doppelschiebersteuerung war bei dieser Lok. wieder fallen gelassen worden.

Die Gattung A III (Taf. 36, Nr. 3), nur in vier Stück 1851/52 ausgeführt, war wohl nur ein Versuch. Man war infolge der gefährlichen Eigenschaften der Langrohrmaschinen wieder zum kurzen Kessel von rund 3,0 m Rohrlänge zurückgekehrt, und hatte die gröfsere Heizfläche durch eine gröfsere Rohrzahl zu erreichen versucht; sie war 60,8 qm, die Rostfläche rund 1 qm. Man konnte nun, indem man wieder auf den Achsstand der A I von 3,35 m ging, den Stehkessel wieder hinten durch die Laufachse unterstützen. Innenrahmen, innere Lage von Schieberkästen und Steuerung war jedoch beibehalten; die Meyer-Expansionssteuerung wurde wieder angebracht — Die Lok.en bewährten sich nicht, wohl wegen der ungenügenden Rohrlänge; ihre Leistung war zu gering, sie hatten auch eine wenig befriedigende Lastverteilung und wurden gleichzeitig mit den A I ausgemustert.

Als die A-Maschine in ihrer zweiten Gestalt erschien, tauchte auch die zweifach gekuppelte Maschine auf, die also als erste ihrer Art das Zeichen B I führte und für gemischte Züge beschafft wurde, und zwar waren es 22 Stück innerhalb dreier Jahre (Abb. 6 und Taf. 36, Nr. 5). An der Dreizahl der Achsen wurde, wie ja auch in den folgenden Jahrzehnten bis zum Jahre 1890 (abgesehen von zweiachsigen Rangier- und Nebenbahnlok.en) festgehalten. Die hinteren zwei Radsätze wurden aber von gleicher Gröfse hergestellt (Raddurchmesser $4^1/_2'$ = 1372 mm) und verkuppelt; durch den kleineren Raddurchmesser (AI bis III hatten 1524 mm) kennzeichnet sich schon die Maschine als eine Maschine höherer Zugkraft. In richtiger Erkenntnis, dafs die führenden Räder kleineren Durchmesser haben müfsten — was damals nicht allgemein beachtet wurde —, blieb die Laufachse vorn. Im übrigen entsprach die Lok. ihrer Zwillingsschwester A II, also Langrohrkessel (Longboiler), Vierseitstehkessel, Innenrahmen, sehr kurzer Radstand von 3 m, hintere Achse vor dem Stehkessel. Die Kuppelstangen wurden nach amerikanischem Muster (Norris) aus zwei Rundstäben gebildet, was zwar geringeres Gewicht ergibt, aber die Druckübertragung nicht einwandfrei erscheinen läfst. Das Reibungsgewicht betrug schon 17 t.

Gleichzeitig mit der A III Lok. und dieser entsprechend wurde in einer Anzahl von 14 Stück 1851/52 die B II Lok. beschafft (Taf. 36, Nr. 7). Die Achsanordnung der B I, alle drei Achsen zwischen Zylinder und Stehkessel wurde beibehalten, ebenso der Langrohrkessel, so dafs die Maschine nicht die gleichen

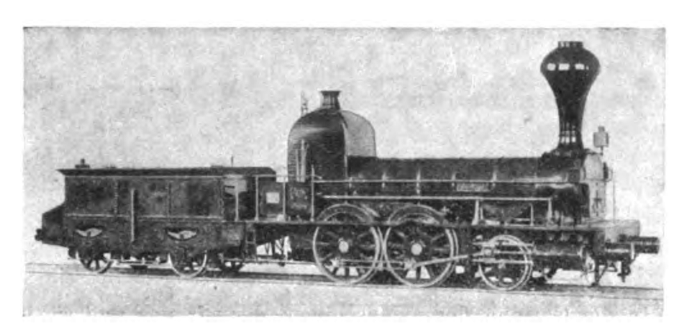


Abb. 6. Lok. Gattung B I.

Mängel hatte, wie die A III. Den Nachteil des grofsen Überhanges, namentlich des schweren Stehkessels, konnte man hier, weil die Maschine ja nur für gemischte, also langsam fahrende Züge bestimmt war, in den Kauf nehmen. Abmessungen*): p 7 at, D 1372 mm, d 381 mm, h 610 mm, R 1,05 qm, H 72,16 qm, L 24,08 t.

Man hat in der damaligen Zeit die Lok.en auch schon wissenschaftlich mit Hilfe des Indikators untersucht und zwar war es Professor Bauschinger von der polytechnischen Schule in München, der die Lok.en der Gattung A I (»Otto v. Guericke«), A II (»Lichtenfels«), A V (»Kufstein«) und B II (»Immenstadt«) indizierte. Er fand für die A I die stattliche Leistung von 132 $PS_i$ bei v = 33 km/Std., für die A II mit dem gröfseren Kessel 214 $PS_i$ (v = 42 km), für die B II 160 $PS_i$ (v = 25) und für die A V Kufstein 164 $PS_i$ (bei v = 45,6 km). Die günstigste Dampfverteilung wies die B II Immenstadt auf, weil hier der Grundschieber durch Zahnung des Steuerungsbogens in Zwischenstellungen gebracht werden konnte. Für die A II Lichtenfels wurde dabei ein Dampfverbrauch von 14 kg und ein Koksverbrauch von 1,75 kg für die $PS_i$-Std. ermittelt.

Auf die Gattung B II folgte die B III (Taf. 36, Nr. 6), in ihren allgemeinen Grundzügen den A IV, den ersten Schnellzuglok.en entsprechend (die ersten Maschinen mit Federausgleich, 18 Stück 1852/55, bis in die neunziger Jahre hinein verwendet) und auf diese die B IV. Die B IV-Lok.en (Abb. 7), zehn Stück, fallen aus dem regelmäfsigen Entwicklungsgang heraus, sie sind auch nicht von Maffei, sondern teils von der Maschinenfabrik Efslingen (sechs Stück), teils von Hartmann in Chemnitz geliefert (vier Stück). Bei den Efslingern wurde ein Versuch mit dem neuen Kefslerschen Patentkessel von bafsgeigenförmigem Querschnitt gemacht. Diese Form des Kessels pafste sich besser den bei der Lok. gegebenen Raumverhältnissen an, namentlich bei den Innenrahmen, die die B IV wieder hatte; man konnte den Kessel bei gleicher Querschnittfläche tiefer zwischen die Räder hineinlegen als bei kreisförmiger Gestalt, und mög-

*) Die Mafsangaben zeigen in den Quellen vielfach Verschiedenheiten, worauf auch die Unstimmigkeiten der Angaben des Aufsatzes zurückzuführen sind. Abgesehen von den Verschiedenheiten, die die einzelnen Lieferungen derselben Gattung aufweisen, sind sie darauf zurückzuführen, dafs vielfach die Kessel erneuert wurden unter Erhöhung des Dampfdruckes, und auch sonst vielfache Änderungen an den Lok.en vorgenommen wurden (Aufsetzen von Domen, Anbau von Führerhäusern, Änderung der Feuerung, Aufbauten auf dem Tender u. s. f. — Die Mafsangaben auf Taf. 36 sind einem Skizzenbuch aus dem Anfang der siebziger Jahre entnommen.

lichst tiefe Schwerpunktlage galt ja bis in die neueste Zeit hinein als ein Haupterfordernis im Lok.bau. Aber selbstverständlich ist ein solcher Kessel vom Festigkeitsstandpunkt aus ein Unding, und so blieb denn nicht aus, dafs da und dort einer in die Luft ging; auch die bayerische Bahn blieb davon nicht verschont. Dies hatte zur Folge, dafs die Lok.en baldigst mit zylindrischen Kesseln versehen wurden.

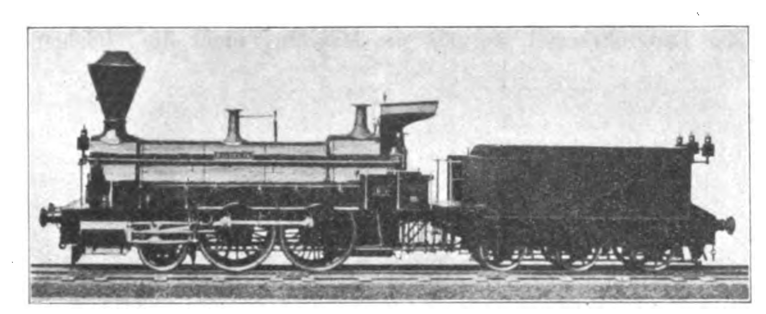


Abb. 7. Lok. Gattung B IV mit birnförmigem Kessel.

In der Gattung der A-Maschinen, der wir uns nun wieder zuwenden, stellen die folgenden Lieferungen A IV und A V eine wichtige Stufe dar, denn sie können als die ersten bayerischen Schnellzuglok.en angesprochen werden. Mittlerweile war die Nord-Süd-Bahn in ihrer ganzen Länge fertig geworden (letztes Stück Kempten—Lindau 1854) und die Entfernungen waren recht beträchtlich geworden, so dafs im Mai 1854 besondere Schnellzüge mit Wagen I. und II. Klasse eingerichtet wurden (ohne Taxzuschlag!); eine gleichzeitige Verkehrsmafsnahme war, dafs auch Nachtfahrten ausgeführt wurden. Die Verwendung als Sz-Lok. drückt sich in gröfserem Treibraddurchmesser aus (1676 mm); die notwendige gröfsere Heizfläche (73 qm) wurde, nachdem die Verlängerung der Rohre Nachteile in anderer Richtung nach sich zog, durch einen wesentlich gröfseren Kesseldurchmesser (1219 mm) bei Beibehaltung der Rohrlänge von 3,08 m erreicht, der Dampfdruck war auf 7, also um 1 at mehr, gesteigert, das Gewicht auf 25 t, wovon 10 t auf die Treibachse fielen (gegenüber 6,8 t bei A I). Dies setzte also schon einen zulässigen Raddruck von 5 t voraus.

Von den A IV (Taf. 36, Nr. 4) wurden nur acht Stück gebaut, 1852/53; eine gröfsere Zahl, nämlich 24 Stück, umfafste wieder die Gattung A V 1853/54, die hinsichtlich ihrer Abmessung und Leistung mit der A IV übereinstimmte und nur in der baulichen Ausführung Verbesserungen zeigte (Abb. 8 und Nr. 1, Taf. 37 im nächsten Heft).

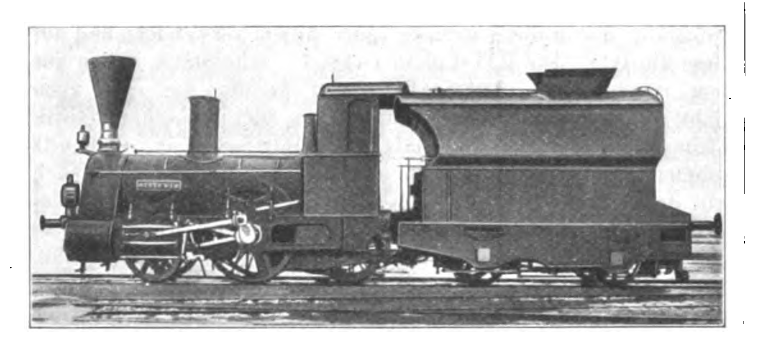


Abb. 8. Lok. Gattung A V Kufstein für den Schnellzugdienst.

Inzwischen hatte nämlich Joseph Hall, welcher Leiter der Maschinenfabrik von Maffei geworden war, auf Grund früherer Studien in England Ausführungsformen entwickelt, die ein besonderes Kennzeichen der bayerischen (und auch der österreichischen Lok.en) der folgenden Jahrzehnte bildeten, nämlich die Vereinigung von Aufsenrahmen, Aufsenzylindern und aufsenliegendem Steuerungsantrieb, so dafs alle Teile, insbesondere auch Achsbüchsen und Federn leicht zugänglich waren, was ja für die Bedienung wie für die Werkstätte gleich wünschenswert erschien. Ferner konnte bei Aufsenrahmen der Kessel tiefer gelegt und die Feuerbüchse breiter ausgeführt werden. Während die ersten Lok.en von verschiedenen Lok.-fabriken, auch nichtbayerischen, gebaut worden waren, wurden fortan sämtliche Lok.en in Bayern hergestellt, auf fast zwei Jahrzehnte (von vereinzelten Ausnahmen abgesehen) ausschliefslich von Maffei, nach der Gründung der Lok.fabrik Kraufs & Co. im Jahre 1866 auch von dieser. Der Rahmen war von der A V an — die A IV hatte aufsenliegenden einfachen Balkenrahmen mit beiderseits angenieteten Achshalterblechen — konsequent als Füllrahmen aus zwei hohen Blechplatten mit Eisenzwischenlagen gebildet. Die Versteifung zwischen den Zylindern wurde durch wagrechte und senkrechte Bleche kastenförmig und damit sehr widerstandsfähig ausgestaltet; auch die Rauchkammer war mit in die Versteifung einbezogen. Den aufsenliegenden Antrieb der Steuerung ermöglichte Hall durch sein erstes Patent, wonach die Hubscheiben innerhalb des Kurbelarmes liegen und mit der Kurbel, die ja bei Aufsenrahmen notwendigerweise eine »Separatkurbel« ist, aus einem Stück hergestellt wurden (1853). Die Schieberkammer konnte dabei innerhalb der Rahmen liegen wie bei den A V — in diesem Fall trug die aufsen laufende in einem Prisma geführte Schieberstange einen nach innen gerichteten Bajonettarm — oder aber aufsen über dem Zylinder, wie später bei den B-Maschinen der bayerischen Ostbahn. Ersteres war notwendig, solange die Meyersche Expansionssteuerung angewendet wurde; denn das dritte Exzenter jeder Maschinenseite, das den Expansionsschieber betätigte, mufste innen angeordnet werden. Die Ostbahnlok.en, sowohl die einfach gekuppelten wie die zweifach gekuppelten Lok.en, hatten keine Meyer-Steuerung.

Der Achsstand, wie die übrigen Hauptabmessungen waren bei A IV und A V gleich, ersterer war 3,5 m, die hintere Laufachse war bei beiden Gattungen nahe der Stehkesselrückwand angeordnet. Im Gegensatz zu den vorangegangenen Lok.en wurden die A V Lok.en ursprünglich ohne Dom auf dem Kessel ausgeführt (wie auch die B IV und die ersten B V). Später wurden jedoch Dome aufgesetzt.

Die eine Speisepumpe mit kurzem Hub war hinter dem Triebwerk an der Rückwärts-Hubscheibe angehängt; — aufserdem waren zum erstenmal Dampfpumpen, liegend mit Schwungrad, links hinten unter dem Führerstand angeordnet. Solange nämlich nur am Triebwerk hängende Speisepumpen vorhanden waren, mufsten die Lok.en im Bahnhof zum Wasserspeisen in Bewegung gesetzt werden (»Wassereinfahren«). Eine weitere Neuerung war die Kondensation nach Kirchweger, bei der Abdampf aus den Ausströmungskammern der Zylinder in den Tender geleitet wurde, um das Speisewasser vorzuwärmen. Man sieht, auch die in allerjüngster Zeit aufkommende Speisewasservorwärmung hat schon Vorläufer gehabt. — Die Tragfedern der Laufachse pflegten, ohne dafs besondere Einrichtungen hierzu vorhanden waren, von den Führern bei Steigungen entlastet zu werden.

Abmessungen der A V: p 7 at, D 1694 mm, d 381 mm, h 559 mm, R 1,07 qm, H 73,2 qm, a 3505 mm, L 24,6 t, T 16,8 t.

Eine Besonderheit bildet die letzt beschaffte A V »Roth«, die eigens für die Münchner Gewerbeausstellung 1854 (im Glaspalast) gebaut war. Sie hatte besonders grofse Treibräder von 6″ = 1830 mm, die eine Mulde an der Kesselverkleidung notwendig machten. Die Schieberkästen lagen hier aufsen. Die Eckbildung beim Stehkessel war hier erstmals durch gekümpelte (gebogene) Bleche ausgeführt, während sie vorher mit Winkeln erfolgte; der Kessel war ohne Dom. Für die Staatsbahnen war die Gattung der A-Maschinen mit dieser Maschine abgeschlossen; dagegen beschaffte die bayerische Ostbahn (eine

1856 gegründete Privatbahn, s. später) fünf Jahre später, im Jahre 1859, noch zwölf Lokomotiven nach diesem Muster.

Bei den bayerischen Ostbahnen fand auch die merkwürdige Schnellzuglok.gattung nach Crampton Verwendung, bei der die freie Treibachse als letzte Achse, hinter dem Stehkessel angeordnet war, wodurch man im Durchmesser der Räder durch die Kessellage vollständig unbehindert war (Abb. 9). Die Zylinder liegen weit zurück. Der Dom befindet sich in der Mitte, die Dampfzuführungsrohre zweigen aufsen von ihm ab. Die Feuerkastendecke ist bündig mit dem Langkessel. Die Lok.en hatten den grofsen Nachteil, dafs auf die Treibachse infolge ihrer Lage nicht genug Last gebracht werden konnte, während die vordere Laufachse zu viel erhielt. Die Maschinen wurden daher nach zehn Jahren in zweifach gekuppelte Lok.en (»B IX«) umgebaut.

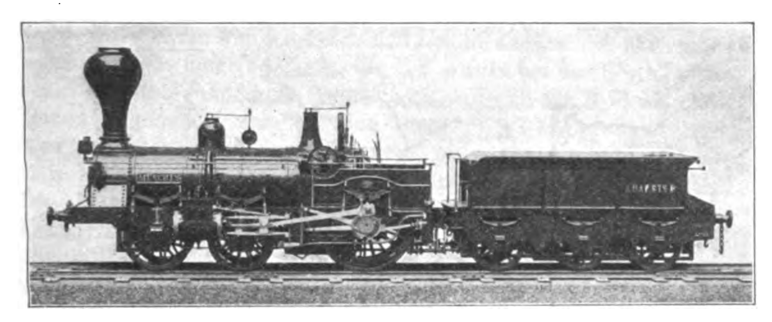


Abb. 9. Schnellz.-lok. Bauart Crampton der bayerischen Ostbahnen.

Nach der Gattung A V wurden von der Staatsbahn nur noch zweifach gekuppelte Lok.en beschafft und zwar war die nächste Gattung die BV Lok. (Abb. 10, Taf. 37, Nr. 2). Wir nähern uns mit dieser Maschine schon dem Zeitraum, in dem eine gewisse Stabilität eingekehrt und Maschinen gleichbleibender Bauart in grofser Zahl beschafft wurden. Die B V wurde in dem ihr zugehörigen Jahrzehnt von 1853 bis 63 in nicht weniger als 95 Stück beschafft. Sie entsprach der letzten ungekuppelten Gattung in der Eigenart der Bauweise, wie sie oben besprochen, vollständig. Als letzte bayerische Besonderheit war von Hall ab 1857 die »Lagerhalskurbel« hinzugefügt worden, bei der der Kurbelhals bis zur Radnabe reichte und als Achszapfen für das Lager diente, womit das »System Hall« vollständig war. Es wurde dadurch erreicht, dafs die beiden bei Aufsenrahmen sonst weit ausladenden Zylinder einander genähert werden konnten, so dafs die Befestigung am Rahmen erleichtert wurde und die störenden Wirkungen der Triebwerkskräfte geringer ausfielen. An den einzelnen Lieferungen der B V sind stete Fortschritte im Kesselbau zu verzeichnen, wie sie schon oben erwähnt wurden. Die Stehkesseldecke wurde ohne Zuhilfenahme von Winkeleisen nach Crampton glatt an den Langkessel angeschlossen. — Aus der Reihe heraus fiel eine Lok., die einen sog. »Stütztender« hatte; sie wurde bald ausgemustert.

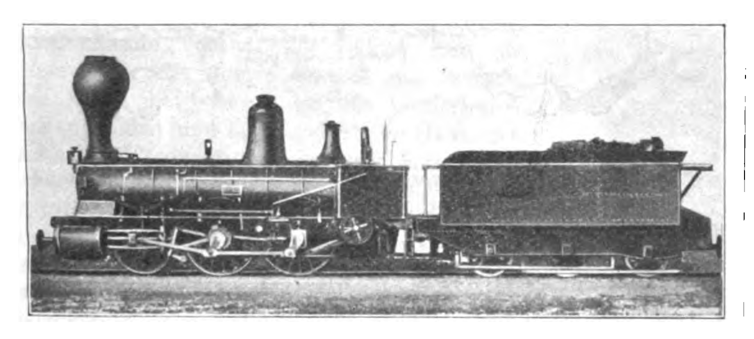


Abb. 10. Pz.-lok. Gattung B V Juno.

Fast alle Lok.en dieser Zeit hatten die Meyersche Expansionssteuerung mit zwei Schiebern für jede Maschinenseite. Durch die Versuche Bauschingers wurde die Zwecklosigkeit dieser Zutat erkannt und Mitte der siebziger Jahre wurde daher bei allen Maschinen diese Steuerung entfernt.

Abmessungen der BV: p 7 und 8 at, D 1448 mm, d 406 mm, h 610 mm, R 1,19 bis 1,31 qm, H 90,2 qm, L 30 t, T 22,7 t (6,75 cbm Wasser), a 3048 mm; Tender dreiachsig.

Die dreifach gekuppelten Lok.en, denen wir uns jetzt zuwenden, verdanken ihre erste Beschaffung der im Zug der Ludwigs-Süd-Nord-Bahn liegenden starken Steigung, nämlich der 5,4 km langen, 1 : 40 geneigten sog. »schiefen Ebene« zwischen Neuenmarkt-Wirsberg und Marktschorgast. Man hatte beim Bau der Bahn starke Zweifel, ob eine solch starke Steigung mit Reibungslokomotiven bewältigt werden könnte und daran gedacht, die Höhe von 150 m in drei schiefen Ebenen mit ortsfesten Dampfmaschinen und Seilzug zu überwinden, wie dies in England z. B. bei der Stockton-Darlington-Bahn ausgeführt war. Schliefslich wagte man doch den Lok.betrieb, beschaffte aber (1847) eigene Lok.en, bei denen alle drei Achsen gekuppelt waren, die Gattung C I, der man den Namen »Remorqueur«, »Schlepper«, gab und die man als Vorspannlok. verwendete (Abb. 11 und Taf. 36, Nr. 8). Der Betrieb bewährte sich und es war damit die erste Steilrampenbahn der Welt mit Lok.-kraft für Personen- und Güterverkehr geschaffen. Die Maschinen sind gleichzeitig mit den A II und B I beschafft und entsprechen diesen in der Bauart. (Langrohrkessel, Innenrahmen, Aufsenzylinder, innenliegende Stephenson-Steuerung mit einseitig aufgehängter Taschenkulisse). Um eine entsprechende Reibung herbeizuführen, trugen die Lok.en auf dem Kessel einen rechteckigen Kasten, der mit Wasser gefüllt wurde, um das Gewicht zu vermehren. Dieses betrug mit Ballast 26,5 t, der Achsstand war wie bei A II kurz, rund 3,0 m und vor dem Stehkessel zusammengedrängt, die

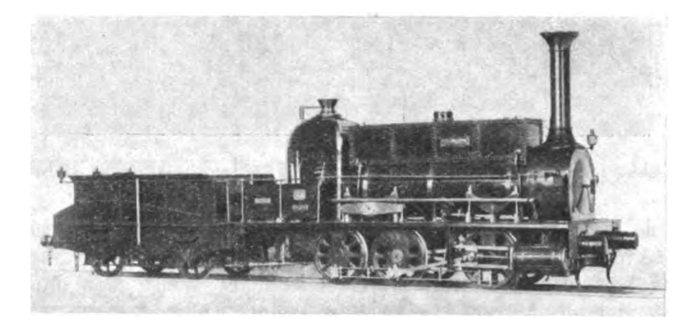


Abb. 11.
Erste dreifach gek. Lok. Gattung C I. Vorspannlok. für die „schiefe Ebene" Neuenmarkt-Wirsberg—Marktschorgast.

Räder hatten, der Bestimmung der Maschine als Schleppmaschine entsprechend, nur 1068 mm = 3'6" Durchmesser. Die beiden hinteren Treibachsen hatten eine gemeinschaftliche Feder, die sich auf den Mittelpunkt eines Ausgleichhebels stützte (also die umgekehrte Anordnung wie heute üblich). — Weiter waren die Räder bereits zum Ausgleich der umlaufenden wie der hin- und hergehenden Massen mit Gegengewichten versehen, die allerdings noch keine vollständig richtige Lage hatten. Angetrieben war von den drei Achsen die mittlere; der Tender war, wie bei A I bis III und B I, zweiachsig.

Abmessungen der C I: p 7 at, D 1068 mm, d 406 mm, h 610 mm, R 0,90 qm, H 61,2 (72,5) qm, L 24,9 t, T 13,50 t, a 3048 mm.

Auch für die Remorqueure kam es noch zu einer zweiten Spielart, als die C I zu schwach geworden. 1857/58 baute Maffei nämlich dreifach gekuppelte Lok.en, bei denen das

hintere Ende des Kessels nach dem Vorgang Engerths bei den Lokomotiven der Semmeringbahn sich auf den Tender, der zu dem Zweck einen den Stehkessel umgreifenden Rahmen erhielt, stützte (»Stütztender«-Lok.en). Wie bereits erwähnt, wurde auch eine B V so ausgeführt. Es geschah dies, weil man zur Vermeidung zu langer Kuppelstangen wie zur Kleinhaltung des Achsstandes keine Achse hinter den Stehkessel legen wollte, andrerseits der immer länger und schwerer werdende Kessel eine Unterstützung am hinteren Ende verlangte. Angetrieben war die hintere Achse. Mit ihrem Aufsenrahmen entsprachen sie den B V-Lok.en, die Steuerung lag aber innen. Die Maschinen wurden später in normale Maschinen ohne Stütztender umgebaut und der späteren Gattung C II zugeschlagen (s. u.).

Wir sind nun bis zum Anfang der sechziger Jahre gelangt und wollen uns den Stand des Eisenbahnwesens der damaligen Zeit ansehen. Zu der Ludwigs-Süd-Nord-Bahn, war im Jahre 1854 die Ludwigs-West-Bahn Bamberg—Würzburg—Aschaffenburg hinzugekommen, so dafs eine Durchgangslinie Aschaffenburg—Hof mit Anschlufs an die Frankfurt—Hanauer und die sächsische Bahn bestand. Wenige Jahre später, 1860

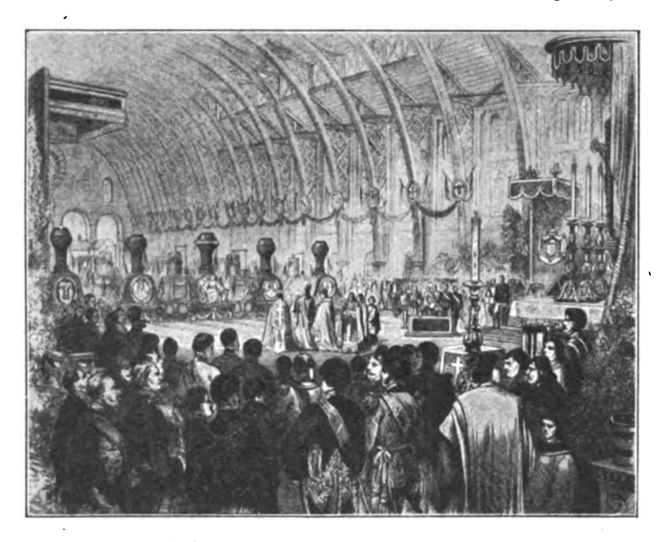


Abb. 12. Feierliche Eröffnung der München-Salzburger Bahn.

wurde eine zweite West-Ost-Verbindung Ulm—Salzburg (über Holzkirchen) dem Verkehr übergeben unter dem Namen »Maximilians-Bahn«. In welch feierlicher Weise man damals diese letztere Strecke einweihte, zeigt Abb. 12 nach einer Darstellung im Nürnberger Verkehrs-Museum. Endlich wurde auch der bis dahin stiefmütterlich behandelte Osten des Landes bedacht, man überliefs aber, einer Strömung in der Abgeordnetenkammer entsprechend, den Bau wieder einer Privatbahngesellschaft, der bayerischen Ostbahngesellschaft, die bis zum Jahre 1861 die Linien München—Regensburg und Nürnberg—Schwandorf—Regensburg mit Anschlufs nach Furth i. W. in Betrieb brachte (vergl. Abb. 13). Die Netz-(Betriebs-)länge der bayerischen Staatsbahnen betrug Ende 1860 rund 1160, die der Ostbahn rund 380 km. Dieser Betriebslänge (Staatsbahn) stand ein Lok.park von 73 Ein-, 126 Zwei- und 10 Dreikupplern, im ganzen von 209 Lok.en gegenüber, auf 10 km Bahnlänge trafen somit 1,81. Das Verhältnis betrug 1851/52 1,61 und ist seitdem mit dem beständig zunehmenden Verkehr gestiegen. Mit diesen Lok.en wurden im Jahre 1860 5,0 Millionen Zugkm geleistet, so dafs auf eine Lok. 24000 km trafen, eine verhältnismäfsig nicht schlechte Ausnutzung. Während 1850 nur etwas über 1 Million Personen mit der Eisenbahn fuhren, waren es 1860 schon $4^1/_2$ Millionen und der Güterverkehr war von etwa 100,000 t auf 1 Million t in diesem Jahrzehnt gestiegen. — Die Lok.en waren in ihrer Leistung und Gröfse erheblich gewachsen, während die ersten A I 15 t wogen (ohne Tender), hatten die B V das Doppelte, der zulässige Raddruck war von 3,5 t auf 6 t gestiegen. Die Heizfläche der Lok.en, die den Hauptmafsstab für die Leistung abgibt, war von 46 qm auf 90 gestiegen. Man findet also im allgemeinen eine Verdopplung der Verhältnisse.

Der neue Abschnitt, in den wir jetzt eintreten, zeichnet sich durch eine stürmische Entwicklung des Bahnbaues aus, innerhalb zweier Jahrzehnte nach Fertigstellung der ersten Hauptlinie wurde im wesentlichen das Hauptbahnnetz vollständig ausgebaut. Es kamen die wichtigen Linien Ansbach—Würzburg 1864, Nürnberg—Würzburg, Schwandorf—Eger (Ostbahn) 1865, München — Ingolstadt — Treuchtlingen — Pleinfeld 1867/70,




Abb. 13. Karte der bayerischen Eisenbahnen nach dem Stande vom 1. April 1858 (nach Marggraf).

München—Grafing—Rosenheim und München—Simbach 1871, um nur die allerwichtigsten zu nennen, hinzu (Abb. 14). In der Entwicklung der Lok.en trat jedoch ein gewisser Stillstand ein, man hatte brauchbare Typen gefunden, und schuf davon zwar noch Lok.en gröfserer Abmessungen, änderte in der Bauart aber nicht viel. Von 1844 bis 1854 wurden zehn Gattungen geschaffen, von 1854 bis 1884 entwickelte sich die B V noch zur B IX, an Güterzugmaschinen kamen noch zwei Gattungen dazu, das sind sechs neue Gattungen, allerdings ohne die Rangier- und Lokalbahnlok.en. Selbstverständlich wurde aber in der Beschaffung von Lok.en nicht zurückgehalten. Denn das sich rasch vergröfsernde Netz und der sich nun entwickelnde Verkehr verlangte gebieterisch nach neuem Fahrmaterial. Wie schon erwähnt, waren seit Mai 1854 besondere Schnellzüge eingeführt worden, seit 1852 gab es auch schon reine Güterzüge mit B-Maschinen, aber sie wurden nur nach Bedarf abgefertigt. Eigene Züge für die Stückgutbeförderung (»Sammelzüge«) wurden seit 1867 gefahren. Nachdem die grofsen Durchgangslinien geschaffen und die verschiedenen Produktionsgebiete Deutschlands und des Kontinents miteinander in Beziehung gesetzt waren, konnte sich der Güterverkehr, als Austausch der Erzeugnisse der verschiedenen Produktionsgebiete erst entwickeln. So nahm vom Jahre 1862 ab der Güterverkehr, insbesondere in Getreide-

transporten, einen ungewöhnlichen Aufschwung. Aber auch Kohlen und Langholz begannen zu dem Massenbeförderungsgut zu werden, das sie heute sind. Der Güterverkehr übertraf bereits 1865 den Personenverkehr in seinem Ertrag um das Doppelte. Infolge der starken Verkehrsanforderungen war deshalb vom Jahre 1863 an eine wesentliche Vermehrung der Züge eingetreten, zwischen Nürnberg und Bamberg verkehrten bis zu zehn täglich — gegen die heutigen Verhältnisse allerdings eine bescheidene Zahl.

Die Höchstgeschwindigkeit der Züge betrug damals bei Eil- und Extrazügen 59 km, bei Personen- und Postzügen 52 und bei Güterzügen 33 km/Std.

### III. Der Zeitraum von der Mitte der sechziger bis zur Mitte der achtziger Jahre; »System Hall«.

Wir kehren nun wieder zu den Lok.en zurück. A-Maschinen wurden nicht mehr beschafft, die B V wurde bei den Bestellungen des siebenten Jahrzehnts 1863 bis 1871 durch die B VI abgelöst. Der Dampfdruck war bei den ersten B VI Lieferungen noch 8 at; später wurde er allgemein auf 10 at erhöht. Dieser Druck wurde bis zur Mitte der achtziger Jahre beibehalten. Die Meyersche Expansionssteuerung wurde, da sie durch die Erfahrung als unnötiger Ballast verwiesen war, nicht mehr ausgeführt. An den bereits vorhandenen Lok.en, die mit ihr versehen waren, wurde sie nach und nach entfernt. Ein besonderer Fortschritt war der Ersatz der Speisepumpen durch den Injektor. Dieser einfache, im Jahre 1858 von dem französischen Ingenieur Giffard erfundene Apparat führte sich Ende der sechziger Jahre in mannigfachen verbesserten Formen allgemein ein; an den bayerischen Lok.en gelangte die Ausführung von Kraufs und namentlich von Friedmann in Wien zur Verwendung. Auch eine das äufsere Bild der Lok. wesentlich bestimmende Veränderung vollzog sich um diese Zeit; die Lok.en wurden zum Schutze der Mannschaft mit einem aus Vorderwand, Seitenwänden und Dach gebildeten Haus versehen. Es nimmt uns heute Wunder, dafs es so lange dauerte bis diese so notwendige Einrichtung zustande kam. Aber man stand in den ersten Zeiten der Eisenbahnen auf dem Standpunkt, dafs der Führer eine vollständige Rundsicht über das Gelände haben müsse und nur Schritt für Schritt entwickelte sich das Führerhaus aus der einfachen Schutzwand, dem Wetterschirm, den Seitenflügeln. Natürlich war auch früher bei der geringeren Fahrgeschwindigkeit und den einfacheren Dienstverhältnissen das Bedürfnis nicht so zwingend. Soweit die älteren Lok.en noch keine Führerhäuser hatten, wurden sie um jene Zeit damit versehen.

Als weiterer bemerkenswerter Punkt möge angeführt werden, dafs vom Anfang der sechziger Jahre ab die bayerische Staatseisenbahn die niedere Pufferhöhe von 660 mm über S. O. aufgab und ihre sämtlichen Fahrzeuge auf das beim Deutschen Eisenbahnverein übliche, jetzt noch gebräuchliche Mafs umänderte. Die B VI wurden also bereits mit dem höheren Pufferstand beschafft.

Die bayerischen Lok.en der damaligen Zeit wurden vielfach mit Torf geheizt und führten dazu einen vollständig geschlossenen Tender, wie in Abb. 8 an A V Kufstein dargestellt, mit hochgeführten Seitenwänden und Dach. Anfänglich wurde sogar ein eigener Wagen hinter dem Kohlentender zur Mitführung des Torfes eingestellt (»Torfmunitionswagen«), nebst einem weiteren Heizer, um nicht zu häufig Brennstoff einnehmen zu müssen. Nachdem man in den Anfängen des Betriebs bei der München-Augsburger Bahn es zuerst mit englischem Koks, dann mit Holz, Torf, bayerischer Braunkohle, böhmischer Steinkohle, versucht hatte — auch die Feuerung war eine Frage, die erst allmählich gelöst wurde — ging man im südlichen Bayern überwiegend zur Feuerung von Torf aus dem Haspelmoor, später auch Werthensteiner- und Degermoor, über, während in der nördlichen Netzhälfte Ruhr- oder Zwickauer Koks, später vermischt mit sächsischen Nufskohlen, verfeuert wurden. Koks erwies sich jedoch auf die Dauer als zu teuer und wurde daher von 1858 ab durch die Ruhrkohle ersetzt. Im südlichen Bayern fand die Trauntaler Braunkohle Eingang, mit den Ostbahnen hielt auch die böhmische Steinkohle ihren Einzug. Wegen der starken Funkenflug verursachenden Brennstoffe trug ein grofser Teil der bayerischen Lok.en der früheren Zeit die eigentümlichen Funkenfängerkamine von reiner Kegelform mit oder ohne Gegenhaube, von einwärts geschweifster oder von ballonförmiger Gestalt.

Bemerkt sei hier, dafs die Lok.en der Gattung A I, A II, A V und B I mit zweiachsigen Tendern beschafft wurden, die Lok.en A III und IV sowie die anderen B.-Lok. mit dreiachsigen Tendern. Später kamen Vertauschungen vor. Von den Gz.-Lok.en hatten C I und die ersten C III Lieferungen zweiachsige, die C II und die späteren C III dreiachsige Tender.

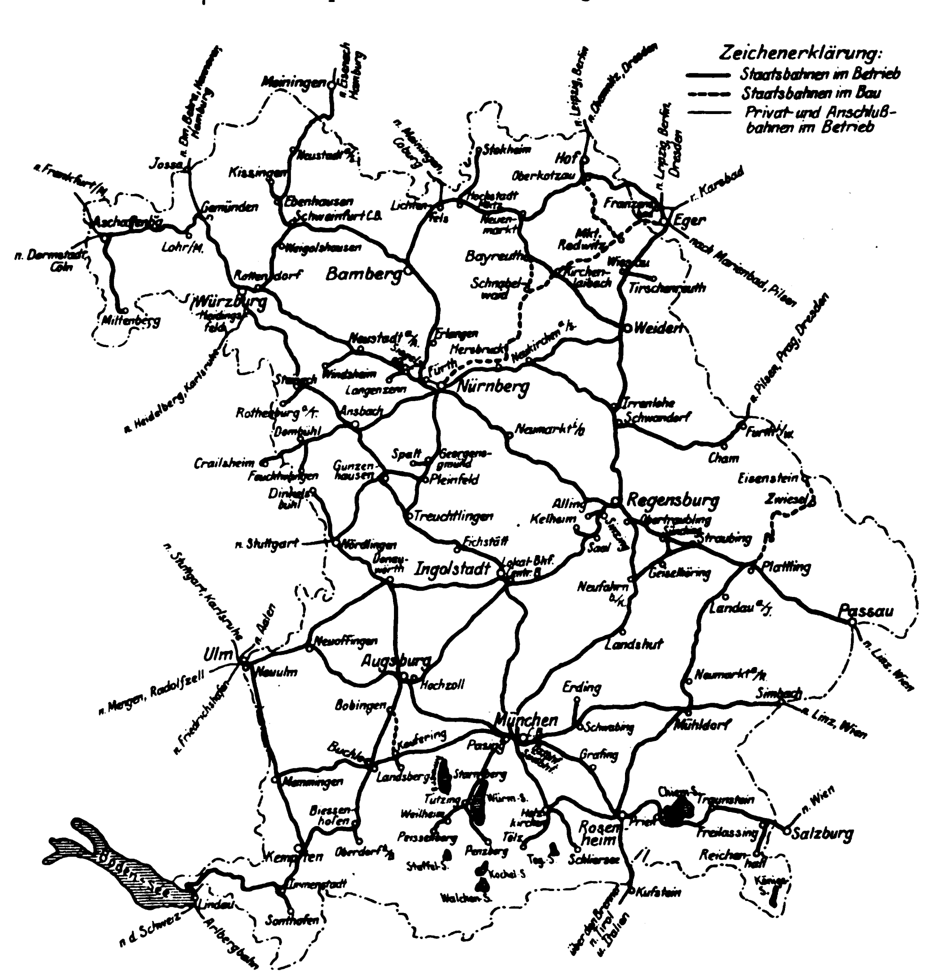



Abb. 14. Karte des bayerischen Eisenbahnnetzes nach dem Stande vom 31. Dez. 1876 (nach Marggraf).

Die B VI-Lok. Nr. 3, Taf. 37 im nächsten Heft, entsprach in den Abmessungen und in der Bauart ihrer Vorgängerin völlig: gleicher Kessel, gleiche Zylindermafse; nur war das Gewicht um 1 t höher und die Treibräder waren gröfser, 1600 statt 1448 mm. Auf dem Langkessel war in der späteren Zeit hinter dem Dom

der Sandkasten angeordnet, ihm folgten auf dem Langkessel die zwei Sicherheitsventile; da sie wegen der Verwendung von Deckenstehbolzen statt der Barrenanker (erhöhter Kesseldruck) nicht mehr wie anfänglich auf den Stehkessel gesetzt werden konnten; eines hatte Gewichtsbelastung, das infolge der Erschütterungen bei der Fahrt den Dampf unter fortwährendem Zischen stofsweise entweichen liefs.

Die Hauptabmessungen der B VI waren: p 8 bis 10 at, D 1618 mm, d 406 mm, h 610 mm, R 1,24 qm, H 90,2 qm, L 30 t, T 24 t, a 3200 mm.

Die B VI waren die Hauptlok.en für »Postzüge«, längere Zeit hindurch aber auch für Schnellzüge. Sie waren eine Massengattung; es wurden davon 107 Stück beschafft, ihre Ausmusterung begann 1895.

Es war schon von dem mächtigen Aufschwung des Güterverkehrs die Rede; es nimmt daher nicht Wunder, dafs die zweifach gekuppelte Lok. den Anforderungen bald nicht mehr genügte, und durch den Dreikuppler, den man bis dahin nur als eine Spezialmaschine angesehen hatte, verdrängt wurde. 1861 trat die C II auf den Plan (Abb. 15 und Taf. 37, Nr. 5). Sie hatte gegen die Rampenmaschine C I, die ja fast $1^1/_2$ Jahrzehnte zurücklag, einen wesentlich gröfseren, für die damalige Zeit sogar ungewöhnlich grofsen Kessel von 113 qm, bei R = 1,39 qm und entsprechend vergröfserten Zylindern (457 × 660 mm), Treibraddurchmesser mit 1254 mm war ebenfalls etwas gröfser. Das Dienst-(= Adhäsionsgewicht) war auf 34 t (von 25) gestiegen. Damit gehörten die C II zu den stärksten Gz.-Lok. ihrer Zeit. Um den grofsen Kessel ohne Vergröfserung des Achsstandes bei günstiger Lastverteilung unterzubringen, griff man zu einem ganz neuzeitlichen Mittel; man schnürte den Stehkessel vorn ein, so dafs er zwischen die Räder der Hinterachse hineingeschoben werden konnte (»Lyrabox«). Der Rahmen zeigte die bei den A V beschriebene, den bayerischen Lok.en eigentümliche Form der »Füllrahmen«. Die Kurbeln waren als »Hall sche« Lagerhalskurbeln gebildet. Aufsergewöhnliche Länge hatten die Treibstangen, weil man die letzte Achse als Treibachse gewählt hatte. Die Steuerung mufste bei dieser Anordnung innen liegen und machte besondere Gestängeübertragung zum Schieber behufs Umgehung der zwei vorderen Achsen notwendig. Der Dampfdruck war bei den späteren Lieferungen wie bei den B VI von 8 auf 10 at erhöht worden. Die Gattung brachte es auf 68 Lok.en (hierzu kamen fünf umgebaute Stütztender-Lok.), an deren Herstellung sich zum Schlufs auch die neu gegründete Lokomotivfabrik Kraufs beteiligte. Die Ostbahn steuerte bei ihrer Verstaatlichung weitere zwölf Stück mit dem aufsergewöhnlichen Raddurchmesser von 1524 mm bei. Die Bauart starb im Jahre 1906 aus.

An die C II schlofs sich die aus ihr entwickelte, sehr ähnliche Güterzug-Type C III an (Abb. 16, Taf. 37, Nr. 6). Die Kesselleistung blieb die gleiche, ebenso der Treibraddurchmesser, nur der Zylinderdurchmesser war etwas vergröfsert. Der Hauptunterschied war, dafs die mittlere Achse als Treibachse gewählt wurde; als Steuerung, ebenfalls innenliegend, wurde abweichend von den sonstigen Gepflogenheiten ein neues System, die Allansteuerung, eingeführt. Die Rahmenbauart war der übliche Füllrahmen. Diese Lokomotivgattung, von 1868 bis 1879 beschafft, ist die umfangreichste, die die bayerische Staatseisenbahn je gehabt hat, sie brachte es auf die aufsergewöhnliche Zahl von 305 Stück (einschliefslich der Ostbahn-Lok.en), das waren am Schlufs des Beschaffungszeitraumes 1879, wo der ganze Lok.park 1002 Stück betrug, gerade 30 %. Ein Zeichen, dafs sich die Bauart hervorragend bewährte. Vierzehn Stück wurden von der österreichischen Lok.fabrik Sigl geliefert.

Gegen Ende des zweiten Zeitabschnittes — 1884 — entstand nochmals eine neue Form der 3/3 gekuppelten Gz.-Lok. in verstärkter Ausführung, die C IV, von der in den Jahren 1884 bis 1893 87 Stück mit Zwillingswirkung beschafft wurden, sie leitet aber schon zum nächsten Abschnitt über, und soll daher dort besprochen werden.

(Fortsetzung folgt.)

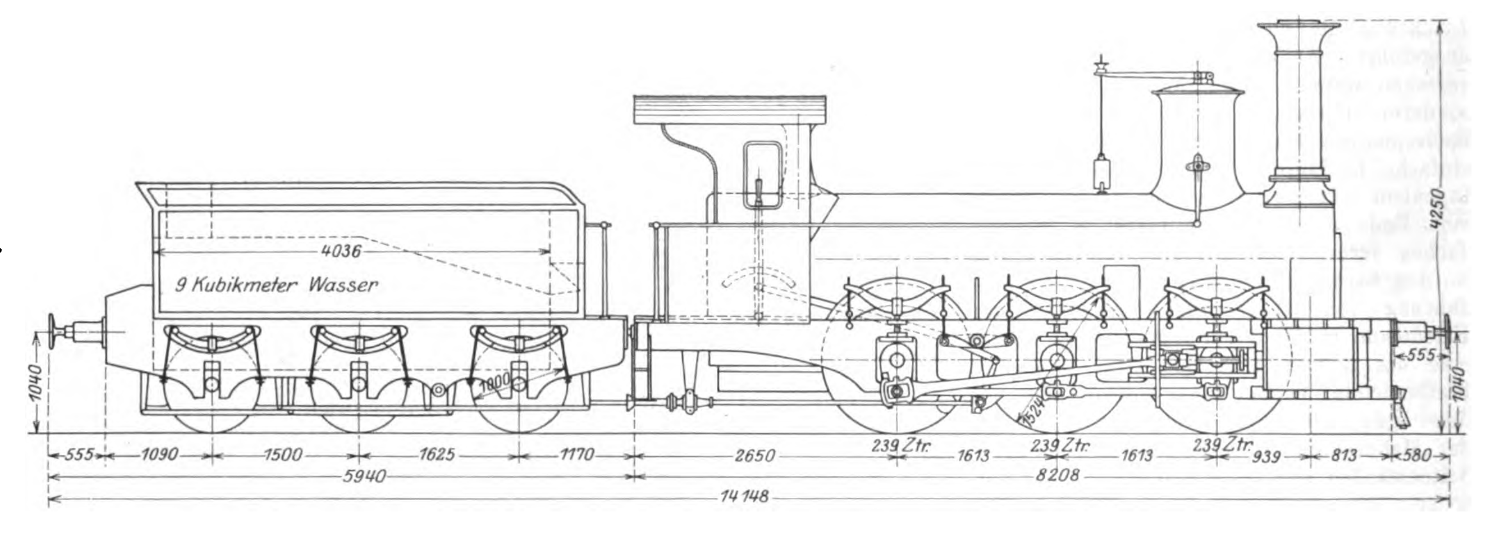



Abb. 15. Dreifach gekuppelte Güterzuglok. der bayerischen Ostbahnen, der Gattung C II der Staatsbahnen entsprechend.

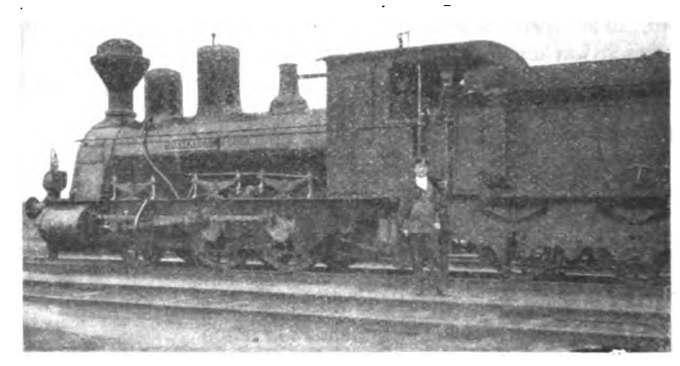


Abb. 16. Gz.-Lok. Gattung C III.

## Zum Reichsoberbau auf Holzschwellen.

Von Dr Ing. **Bloss**, Dresden.

Vor kurzem hat die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft einen neuen Reichsoberbau auf Holzschwellen herausgebracht, der in grofsem Umfange erprobt werden soll (Abb. 1). Der grundlegende Gedanke, der wohl zuerst vom Oberbaubüro der Reichsbahndirektion Dresden ausging, besteht darin, dafs die Befestigungsschrauben nicht mehr an der Unterseite der Unterlegplatte angreifen, sondern in einer über die Platte hinaufgeführten Schraubenleiste L, die zur Aufnahme des Schraubenkopfes schwalbenschwanzförmig ausgearbeitet wird. Die sonstige Durchbildung lehnt sich dann an den badischen Eisenschwellen-Oberbau an. Wie dieser, weist der neue Reichsoberbau eine Beilage auf, die durch Ausführung in vier Stärken die Spurerweiterung regelt. Zugleich überträgt sie den Seitenschub der Schiene auf die Schraubenleiste. Der Schienenfufs ist dabei nicht fest eingespannt, vermöge der unvermeidlichen, deswegen auch planmäfsig vorgesehenen Spielräume bleibt der Schiene eine gewisse Beweglichkeit nach der Seite, deren nachteilige Folgen natürlich nicht ausbleiben werden. Aufserdem stellt der neue Reichsoberbau nicht die einfachste Lösung dar. Man erkennt dies schon daraus, dafs für die gerade Linie eine besondere Form ohne Spurbeilage, aber mit einer besonderen Form der Unterlegplatte vorgesehen ist.

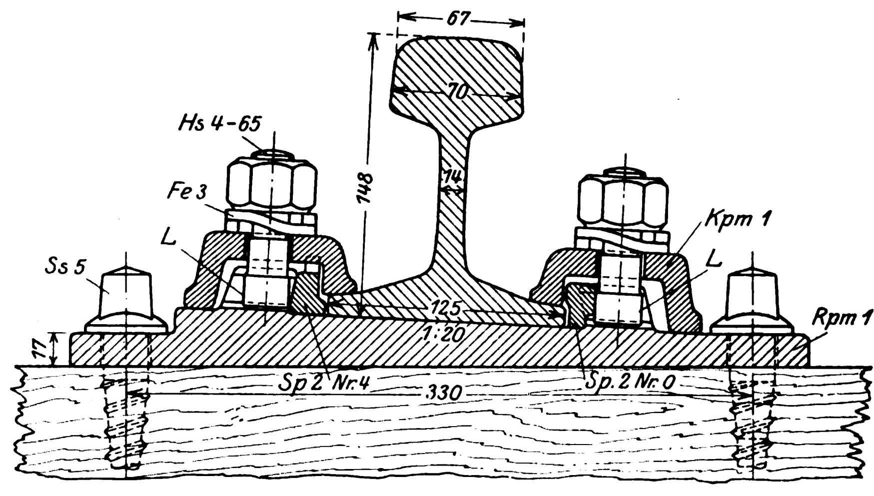



Abb. 1.

Zu einer einfacheren, dabei aber wirkungsvolleren Bauart gelangt man, wenn man den Grundgedanken der Schraubenleiste beibehält, im übrigen aber das Muster der weiteren Durchbildung beim oldenburgischen Oberbau sucht. (Skizze in Abb. 2). Dann erscheint neben der Schraubenleiste noch eine Klemmleiste K. Diese nimmt den Seitenschub der Schiene auf, und zwar unter Vermittlung der Klemmplatte, die den Schienenfufs mit einer Nase fafst und im Bogen über die Schraubenleiste hinweggeführt ist. Ungenauigkeiten am Schienenfufs und in der Lage der Klemmleiste werden wie beim oldenburgischen Oberbau durch die keilförmige Anlagefläche der Klemmrippe ausgeglichen. Die Spurregelung mufs natürlich von der Klemmplatte (besser vielleicht Klemmbügel genannt) übernommen werden; sie wäre dazu in vier bis sechs wechselnden Abmessungen herzustellen. Dabei sind nicht unbedingt ebensoviel Walzformen für die Klemmbügel nötig: Man kann vermutlich die Schlufsweite der Klemmbügel durch kaltes Aufbiegen oder Anpressen des der Schiene zugekehrten Lappens etwas abändern, ohne den guten Sitz am Schienenrande zu beeinträchtigen; so lassen sich vielleicht von einer mittleren Walzform aus zwei weitere Klemmbügelformen gewinnen. Man würde mit dieser Ausführung gegenüber dem jetzigen Reichsoberbau folgende Vorteile erreichen:

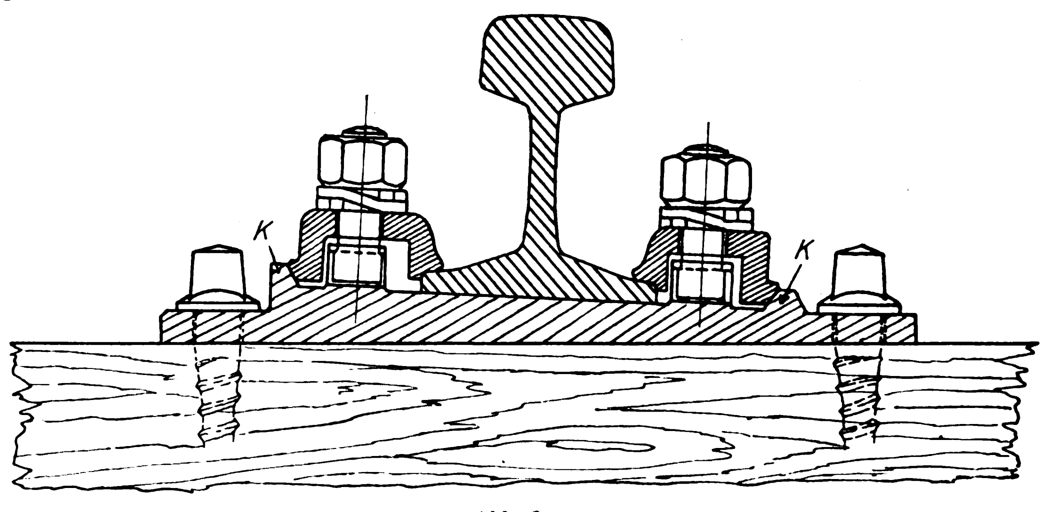



Abb. 2.

1. Wegfall der Spurbeilage, also einfachere Gestaltung.
2. Bessere Einspannung der Schiene.
3. Einheitliche Form für Gerade und Bogen.

## Güterumschlag-Verkehrswoche Düsseldorf-Köln vom 21. bis 26. September 1925.

In der Eröffnungssprache wies der Vorsitzende des Vereins Deutscher Ingenieure, Geh. Baurat Prof. Dr. Klingenberg auf die katastrophale Lage der Industrie hin. Die wirtschaftliche Not zwinge, der Verkehrsfrage ganz besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Die Frage des Güterverkehrs sei zu einem Kernproblem der Wirtschaft geworden. Deutschland müsse bestrebt sein, mit gutem Wirkungsgrad zu arbeiten. Die deutschen Werke suchen nach Verminderung der Herstellungskosten durch Typisierung, Normalisierung und bessere Wärmewirtschaft. Für den Preisabbau sei eine Senkung der Lohnsätze nicht durchschlagend, eine wirkungsvolle Senkung sei nur dann möglich, wenn eine Verschwendung in den Transportkosten vermindert werde, die einen grofsen Teil in den Herstellungskosten einnehmen.

Vor allem tue Zusammenarbeit der einzelnen Verkehrszweige Not. Transporte auf kurze Entfernungen seien von dem wirtschaftlichsten und zugleich raschesten Verkehrsmittel zu bewältigen, das nicht immer die Eisenbahn sei. Der Kraftwagen sei hier anderen Verkehrsmitteln überlegen, doch mache sich bei ihm die Mannigfaltigkeit der Bauarten und Abmessungen unangenehm bemerkbar. Der Verwendung von Transportgefäfsen müsse gröfste Aufmerksamkeit geschenkt werden, da sie zulassen, hohe Belade- und Entladegeschwindigkeit mit der Schonung des beförderten Guts zu verbinden.

Auch Geheimrat Koenig als Vertreter des Reichsverkehrsministers wies darauf hin, dafs kein Verkehrsmittel allein in der Lage sei, die neuzeitlichen Verkehrsanforderungen zu erfüllen; daher müssen alle zusammenwirken. Der stellvertretende

Generaldirektor der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft Dorpmüller führte aus: Wie auf der Eisenbahntechnischen Tagung der Konstrukteur zu Wort gekommen sei, so seien es heute die Verkehrsleute. Wichtig sei das Zusammenarbeiten beider. Wirtschaftlichkeit sei heute im öffentlichen, wie im privaten Leben erforderlich. Redner streift die einzelnen Konkurrenten wie Wasserstrafsen, Kraftwagen, Flugzeuge; die Welt sei grofs, für alle sei Platz. Wettbewerb müsse sein, eine Teilung des Verkehrs werde aber keinem Teile zum Schaden gereichen, aber der Allgemeinheit grofse Vorteile bringen.

Auf der Tagung wurden über 50 Berichte erstattet. Als erster Redner sprach Prof. Dr. Helm, Berlin über „Technische und wirtschaftliche Fragen des Umschlagverkehrs"; er behandelte die Umschlagvorrichtungen bei der Eisenbahn und der Schiffahrt. Für die Eisenbahn hob er die Notwendigkeit einer Vervollkommnung der Umschlagvorrichtungen auf den Bahnhöfen hervor, wenn die Eisenbahn dem Wettbewerb mit dem Kraftwagen begegnen will, dessen Überlegenheit sich besonders bei kleineren Frachtmengen trotz der höheren reinen Beförderungskosten infolge der geringeren Umschlagkosten zeigt. Hierzu ging er näher auf die Kipperanlagen ein und wies auf zwei für den Umschlag kleinerer Mengen besonders geeignete Bauarten hin, den einfachen Kopfscherenkipper bei vorhandener Drehscheibe zum Richten der Wagen, dessen Eigengewicht nur etwa 7 t beträgt, und den als Drehscheibe ausgebildeten Kopfscherenkipper mit einem Eigengewicht von etwa 10 t, der auch für gröfsere Mengen mit geeigneten Fülleinrichtungen brauchbar ist. Bei der Untersuchung der Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Umschlagvorrichtungen wies Helm u. a. darauf hin, dafs die Transport-Selbstkosten auf der Eisenbahn geringer sind, als auf dem Mittellandkanal; auch die Selbstkosten der Beförderung auf dem Rhein, die vor dem Kriege bei etwa 0,35 Pfg/tkm gelegen haben, werden von ihnen nur unerheblich übertroffen. Die Selbstkosten fallen mit zunehmendem Verkehr und es unterliege keinem Zweifel, dafs die Beförderung von Massengütern in grofsen Zugeinheiten sogar die Rheinfrachten unterschreiten würde. Grundverschieden hiervon seien die Tarife, die bei den Eisenbahnen bekanntlich im allgemeinen höher seien als die Schiffsfrachten. So nehme die Eisenbahnpolitik wenig Rücksicht auf den Massentransport, so z. B. gäbe es noch keinen Zugtarif, obwohl die Selbstkosten bei Auflieferung in ganzen Zügen und bei den üblichen in Frage kommenden Entfernungen auf etwa die Hälfte sinken. Die Eisenbahntarife würden im Gegensatz zu den Schiffsfrachten unabhängig von der Konjunktur festgesetzt. Die Eisenbahnen tragen die Verkehrssteuer in Höhe von etwa 6% ihrer Roheinnahme und 40% der Reparationslasten, während die Binnenschiffahrt durch Zuschüsse zur Unterhaltung der Schiffahrtsstrafsen, durch Ausnahmetarife usw. unterstützt würde. Die Eisenbahnen müssen bei mifslichen Witterungsverhältnissen einspringen, was eine besondere Vorsorge in den Betriebsmitteln erfordere. Dies führe zu einer unwirtschaftlichen Verschiebung der Arbeitsgebiete beider Verkehrsmittel. Redner fafst schliefslich eine Reihe von Forderungen für den Umschlagverkehr zusammen, wie weitere Mechanisierung des Umschlagverkehrs auf den Bahnhöfen durch leichte Kipper, Ausbau der Indienststellung von Massenzügen, planmäfsige Entwicklung der Verkehrsmittel, Zusammenschlufs der Industrie zur Ausnützung grofser Züge durch den Massentransport, Schaffung einer Verkehrshoheit, die jetzt zwischen Eisenbahn, Post und Gemeinden geteilt sei: so müsse ein einheitliches deutsches Verkehrssystem erstrebt werden.

Die Notwendigkeit, die Umschlagvorrichtungen auf den Bahnhöfen (Kipperanlagen, Kräne) zu vervollkommnen, betonte auch Reichsbahndirektor Bode, Halle in seinem Bericht „Die Bedeutung der Technik für die Güterverkehrswirtschaft". Auch die Mechanisierung der Rangieranlagen müsse nachdrücklichst betrieben werden, um höhere Leistungen zu erzielen. Im übrigen wurde darauf hingewiesen, wie der Verkehr zur Bewältigung gröfserer Mengen und Gewichtseinheiten hindränge und dies zur Entwicklung der Fahrzeuge zu Grofsraumwagen, zur allgemeinen Einführung der Luftbremsung für Güterzüge, zu schwersten Lokomotiven mit Dampfüberhitzung, zur Verstärkung des Oberbaus geführt habe.

Über den Grofsgüterwagen sprach besonders Bergassessor Rath, Essen in seinem Bericht über „Anforderungen des Massengüterverkehrs an die Reichsbahn". Im rheinisch-westfälischen Bezirk seien die Vorbedingungen für den Grofsgüterverkehr gegeben, und seit Jahren laufen hier geschlossene Züge zwischen Zechen und Hütten. Für die Eisenbahn sei ein derartiger Massenverkehr von gröfster wirtschaftlicher Bedeutung, da Zugbildungen vermieden werden und der Wagenumlauf beschleunigt wird; vor die von den Werken fertig gemachten Züge setzt sich einfach die Lokomotive. Seit Einführung der durchgehenden Luftdruckbremse bei Güterzügen konnten sich derartige Verkehrsbeziehungen im gröfseren Umfange ausbilden, und zur weiteren Steigerung des Massengüterverkehrs erweisen sich die Grofsgüterwagen mit Selbstentladung vorteilhaft, wenn sie auch die Einrichtung besonderer Güterstrecken mit Rücksicht auf Brücken und Oberbau erfordern. Auch die Be- und Entladevorrichtungen auf den Werken seien zu schaffen; die Verwiegung mache Schwierigkeiten, wenn sie mit anderen Wagen zusammen laufen. Der 50 t Wagen werde sich daher vornehmlich in geschlossenen Zügen mit festen Verkehrsbeziehungen und Fahrplan einführen. Auch mache das Zusammenbringen von 1000 t Ladungen Schwierigkeiten und erfordere Zeit. Einige Städte hätten wohl einen Verkehr von mehreren Millionen Tonnen Güter im Jahre, aber diese verteilen sich auf viele Empfänger und der Grundsatz für Grofsgüterwagen könne nicht aufrecht erhalten werden. Im Ruhrgebiet, wo 3/4 des Güterverkehrs auf die Bahn und 1/4 auf den Wasserverkehr entfällt, seien 1000 t Güterzüge brauchbar, aber auch hier kommen 57 verschiedene Kohlensorten in Frage und es sei schwer, einen Zug mit 1000 t in einer Kohlensorte zu besorgen. Man könne wohl verschiedene Sorten in einer Station zusammenschliefsen, doch das Gut müsse bei den Empfängern untergebracht werden. Im Ruhrorter Hafen mit starkem Verkehr können die Kipperanlagen nicht ohne weiteres für 50 t Wagen umgebaut werden. Hier werde der 50 t Kübelwagen eine Zukunft haben, der sich als Plattformwagen mit fünf Kübeln zu je 10 t im rheinischen Braunkohlenrevier eingeführt habe.

Der 50 t Wagen ist bei Beladung mit Koks, der spezifisch leicht ist, nur mit 30 bis 35 t ausnutzbar. Auch hier müsse Verbesserung einsetzen. Man werde sich zunächst darauf beschränken, die bestehenden Pendelzüge durch Grofsgüterwagenzüge zu ersetzen. Die Deutsche Reichsbahn habe zweihundert 50 t Selbstentlade-Grofsgüterwagen von je zehn verschiedenen Bauarten beschafft, um damit Erfahrungen zu sammeln. Bei einer Prüfung der vielen Massengüter im Hinblick auf die Brauchbarkeit für diese Wagen, komme man zu dem Ergebnis, dafs nur in ganz wenigen Fällen die erforderlichen Verkehrsvoraussetzungen schon jetzt gegeben sind. Auch die Möglichkeit der Rückfracht sei zu prüfen; hierfür seien die Flachbodenentladewagen wichtig, die nach der Entladung frei verfügbar seien. Auch die Grofskesselwagen für 50 t Nutzlast bei 22 t Eigengewicht der Krupp A.-G. haben sich bisher gut bewährt. (Abb. 1). Die neuen Wagen ermöglichen durch

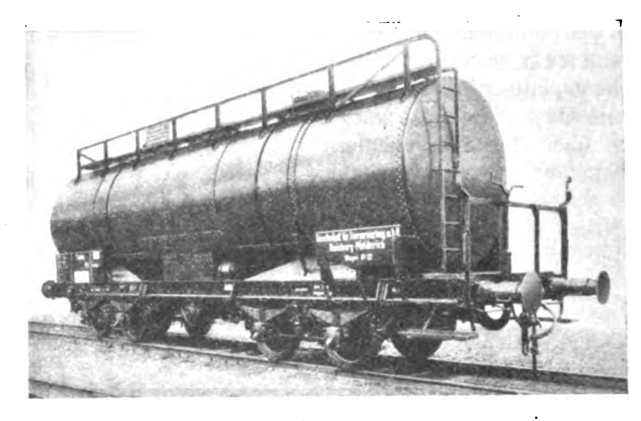


Abb. 1.
Grofskesselwagen, 45 cbm Inhalt, erbaut von Fr. Krupp A.-G. Essen.

die Anbringung von zwei Stutzen für Füllen und Entleeren eine schnellere Abwicklung; auch hält die Masse wegen des grofsen Inhalts die Wärme besser. Die Teerverwertungsgesellschaft beabsichtige den bisherigen Kanaltransport durch grofse Kesselwagen zu ersetzen. Die Vorteile des Grofsgüterwagens werden sich allmählich entwickeln und es mufs den beteiligten Kreisen, gegebenenfalls durch Sondertarife ein Anreiz gegeben werden, sie zu benutzen. Die Industrie würde dann gern ihre Umschlageinrichtungen entsprechend ausbauen.

Die Benutzung der Großgüterwagen durch besondere Tarife anzuregen, empfahl auch Direktor Simon-Thomas, Utrecht. Er wies in seinem Vortrage „Zweckmäßsigste Ausrüstung der Güterverkehrsmittel der Eisenbahn“ nach, daß die Selbstkosten im Eisenbahnbetrieb stark durch den Leerlauf der Wagen beeinflußt würden, wobei Leerlaufverluste durch die Tarife herausgewirtschaftet werden müßten. Der Leerlauf sei äußerst kostspielig und besonders bei großen Wagen zu vermeiden. Hier sei Pendelbetrieb ohne Rückfracht nur bei kurzen Entfernungen zulässig. Ein Nachteil des Kübelwagens sei, daß seine Verwendung auf Rückfrachten nicht möglich sei. Grundsätzlich sollten bahneigene Güterwagen für alle Verkehrsfälle verwendbar sein, und es scheint daher ein geschlossener Güterwagen von 15 t und ein offener von 25 bis 30 t Ladegewicht am zweckmäßigsten zu sein und auch den allgemeinen Anforderungen der Wirtschaft am besten zu entsprechen.

Auf die „Bedeutung der Rückfracht für die einzelnen Verkehrsmittel“ ging später Reichsbahndirektor Dr. Spiess, Berlin ein. Er wies nach, daß in der Praxis dem Rückfrachtproblem nicht die theoretisch zuerkannte Bedeutung zukommt, da es gar nicht möglich sei, die erforderliche Rückfracht zu beschaffen. So erfordere der Kohlenverkehr $^3/_4$ des täglichen Bedarfs an offenen Wagen; dieser sei mit $^1/_4$ am gesamten Güterverkehr beteiligt und bedinge somit eine besondere Behandlung. Es sei viel richtiger, den Rücklauf der Wagen richtig zu organisieren, als einen Wagen durch Suchen nach einer Rückfracht zu verzetteln. Zur Verminderung der Leerlaufkosten kann nur ein stark typisierter Verkehr helfen. Grundsatz müsse sein, nicht jeden Wagen auszunutzen, sondern jeden Wagen bestens auszunutzen.

wäre es, einen Wagen zu schaffen, der auf ein Meter Länge ebenso viel trägt wie ein Meter Schiffslänge. Je größer die Wagen sind, desto weniger Rangierbewegungen gibt es. Der Kübel wird im Transportwesen große Bedeutung für die Zukunft gewinnen, da er auf andere Fahrzeuge, wie Straßenbahnen, Kraftwagen, unter einfacher Verwendung eines Bockkranes umgeladen werden kann. Auch gestattet er durch die Unterteilung des Guts in kleinere Mengen eine vorteilhafte Schlußladung bei Schiffen.

Über „die Bedeutung der Transportgefäße für die Industrie der Steine und Erden“ gab Dr. Kayser, Beuel einen Bericht, in welchem die Grundsätze aufgeführt wurden, die beim Bau und bei der Unterhaltung von Transportgefäßen für die zweckmäßigste Beförderung der meist minderwertigen Massen der Erden und Steine zu beachten sind. Namentlich in den Vereinigten Staaten sei mit Ziegel- und ähnlichen Massenbeförderungsgefäßen eine große Steigerung der Beförderungsgeschwindigkeit und der Arbeitsleistung erreicht worden. Die verschiedenen Beförderungsarten für die Kübel wurden beschrieben.

Aus der Aussprache über die Großgüterwagen ist die Bemerkung des russischen Volkskommissars für das Verkehrswesen Dreyer beachtenswert, daß in Rußland seit 1. Januar d. Js. nur noch 50 t Großgüterwagen beschafft werden, da sich diese für die russischen Wirtschaftsverhältnisse gut eignen. Einer Verbesserung der Umschlageinrichtungen auf den Bahnhöfen werde man durch Einführung elektrischer Krane nachgehen.

Ein Vertreter der Krupp A.-G. Essen wies darauf hin, daß sich die Großgüterwagen bei geeigneten Konstruktionen sehr wohl auch für Güter benutzen lassen, die keine Massengüter sind, so

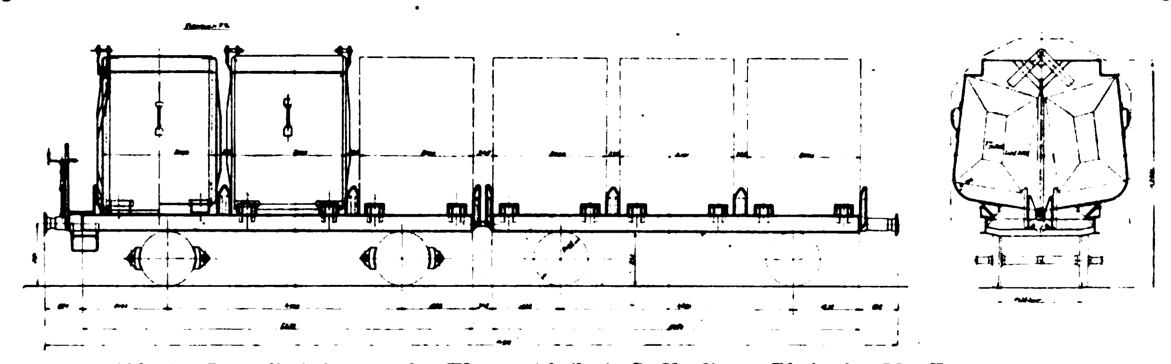


Abb. 2. Doppelkübelwagen der Waggonfabrik A.-G. Uerdingen-Rhein für 72 t Fassungsraum.

Reg. Baurat Wehrspan, Wanne berichtete über „Kohlenverladung am Rhein-Herne-Kanal“. Gegenüber den Kipperanlagen habe die Kübelverladung bei annähernd gleich großer Leistung folgende Vorteile: die Schonung der Kohle bei der Entladung, einfache Umschlageinrichtungen und geringere Unterhaltungskosten, kein Verholen der Schiffe, bessere Ausnutzung der Wasserfläche. Die im Hafenbetrieb Wanne des Rhein-Herne-Kanals gesammelten Erfahrungen mit den Kübelwagen wurden zusammen mit der Waggonfabrik Uerdingen ausgewertet. Die neueste Ausführung eines zweiachsigen Kübelwagens für Kohlentransport ist ein kurz gekuppelter Doppelwagen mit je drei Kübeln, bei dem sich das Verhältnis zwischen Lade- und Eigengewicht günstig gestaltet und die Zuglänge verringert wird. Die Kübel sind zur Erreichung eines möglichst großen Rauminhalts dem in Frage kommenden Profil weitgehendst angepaßt. Auf gute, gegen starke Rangierstöße gesicherte Lagerung und guten Verschluß der Kübel ist besonders Wert gelegt. Bei einem Ladegewicht von 48000 kg beträgt das Gewicht des Doppelwagens einschließlich Kübel 25150 kg.

Letzthin hat man unter Benutzung der Konstruktionsgrundlagen, die bei den Großgüterwagen der D. R. G. angewendet worden sind, Wagen zu 50 t Ladegewicht für Kohle mit vier Kübeln bei einem gesamten Totgewicht von 23600 kg entworfen, bei denen sich das Verhältnis von Totlast zu Nutzlast zu 48% ergibt. Damit ist der Großkübelwagen für Massengutbeförderung entstanden. Aber auch hierbei ist man nicht stehen geblieben und hat einen Doppelkübelwagen für 72 t Fassungsraum gemäß Abb. 2 entworfen, bei dem besonders die Gestaltung der Kübel beachtenswert ist; sie füllen das internationale Profil vollständig aus. Das Verhältnis der Totlast zur Nutzlast wird hier 42% betragen. Die Bauart der Wagen wird einen großen Einfluß auf den Bau der Häfen haben; das Ideal

daß Rückfrachten wie z. B. bei Fahrten nach dem Siegerland zu beschaffen sind. Für weite Entfernungen käme er nicht so in Frage. Besondere Bedeutung habe er für Rangierbahnhöfe. Auch für Häfen sei er verwendbar, wenn die Kippvorrichtungen umgebaut würden. Dies würde die Umschlagkosten von 8 Pfg/t auf 2,5 Pfg/t herabsetzen und die Leistung der Kipper auf das vierfache erhöhen. Die Umbaukosten wären mit 120000 ℳ je Kipper zu veranschlagen.

Am Nachmittag des zweiten Tagungstages wurde u. a. die Entladung eines Großgüterwagenzuges, Bauart Krupp, bestehend aus 20 Wagen zu je 64 cbm Fassungsraum und 32 t Nutzlast in der Beladung mit Koks vorgeführt. Der Zug mit einer Gesamtladung von etwa 650 t wurde in 15 Minuten durch zwei Mann entladen. Diese Kokswagen sind Flachbodenentlader mit, zur Entladung, aufstellbarem Eselsrücken. Ein Mann betätigt den am Wagenende an einer Seite befindlichen Hebel, wobei die Seitenwände herausschwenken und der Boden sich nach der Wagenmitte zu aufstellt, so daß das Gut zu beiden Wagenseiten herausfällt (Abb. 3). Die Wagen haben bei einer Ladefähigkeit zu 50 t ein Eigengewicht von 22 t. Baut man die Bordwände hoch, so daß das ganze Bahnprofil ausgenutzt wird, so ergibt sich ein Rauminhalt von 73 cbm.

Auf diese höchstmögliche Ausnutzung der Großgüterwagen ging dann noch Reichsbahn-Oberrat Culemeyer ein. Ginge man beim Bau der Wagen von der höchstmöglichen Belastung des neuen Oberbaus aus, so kann die Gesamtlast beim vierachsigen Wagen 80 t betragen, von denen 20 t auf die Totlast und 60 t auf die Nutzlast entfallen, so daß sich ein Verhältnis der Totlast zur Nutzlast zu 33% ergibt. Möglich sei dies bei voller Ausnutzung des Raumprofils und Verwendung hochwertigen Materials und von Leichtmetall beim Wagenbau. Bei einem Zuge von 1000 t Nutzlast sind dann nur 330 t Totlast, bei einem gleichen Zuge mit Kübeln aber 460 t.

Auch könne die Hälfte der Grofsgüterwagen Stückgüter befördern. Wo irgendwie der Verkehr vorhanden sei, würde die Reichsbahn Grofsgüterwagen einsetzen, da sie Rangierkosten ersparen. Die Rückfracht spiele nicht immer die Rolle, die ihr zugewiesen wird; so laufe aus der Ruhr dreimal so viel heraus als zurück. Im Betrieb seien jetzt drei Probezüge mit Grofsgüterwagen und am Schlufs des Jahres würden zehn Züge laufen. Es sei jetzt noch alles in der Entwicklung. Vorteile seien: Verkürzung der Züge durch Zusammendrängung des Gutes, Verkürzung der Aufstellungsgleise auf den Bahnhöfen und Erleichterung des Verschiebedienstes, da ein Wagen mit 60 t vier mit je 20 t Nutzlast ersetzt. Der Rollwiderstand sei herabgesetzt; die selbsttätige Kupplung erleichtere das Verschiebegeschäft und erhöhe die Sicherheit der Bedienung. Für den Abnehmer des Guts sei die hochwertige Selbstentladung und die aufserordentlich schnelle Wiederfreimachung der Gleise von hohem Wert. Der Grofsgüterwagenzug käme auch nicht nur für kurze Wege in Frage, jedenfalls bestehe bei der Reichsbahn die Absicht, ihn auch für grofse Entfernungen zu benutzen, da sich dadurch viele Kosten herabmindern liefsen.

In der Aussprache behandelte Prof. Aumund, Berlin das Eigengewicht des Eisenbahnwagens mit bestimmten Raddruck. Er verglich Beschaffungs- und Leerlaufkosten der Wagen mit Selbstentladung und der gewöhnlichen offenen Güterwagen; Ersparnisse können sich für die Reichsbahn wie für den Verfrachter bei geeigneter Beschaffung und Tarifstellung ergeben. Gelänge es z. B. den 20 t Wagen um 2 t leichter zu bauen und um diese die Nutzlast auf 22 t zu erhöhen, so vergröfsere sich für die Bahn die Frachteinnahme um 10 % und die Leerlaufkosten werden geringer. Möglich ist die Verminderung des Totgewichts nur durch Verwendung von hochwertigen Baustoffen und Leichtmetall, das freilich die Herstellungskosten des Wagens erhöht; wegen der Mehreinnahme seien diese aber vertretbar, und es gelingt, die zu befördernde Totlast als Nutzlast auszuwerten.

Zu dem Thema des Grofsgüterwagens sei noch auf den Vortrag von Ziv.-Ing. Zander, Berlin „Vorratswirtschaft mit Düngemitteln" hingewiesen, der betonte, dafs für den Transport des Düngekalks die Einführung von Grofsraumselbstentladewagen dringend zu fordern sei, da augenblicklich, wenn kleine Wagen benutzt werden, bei 200 km Weg die Frachtkosten bereits den Wert der Ladung ausmachen. Die Förderung tritt an die Eisenbahn im Frühjahr und Herbst stofsweise heran; auch die Kunstdüngeindustrie sei dem Bedarf nur durch höchstvollkommene Stapelung und Umschlagvorrichtungen gewachsen, um gleichzeitig höchste Wirtschaftlichkeit für die Preisstellung zu erzielen.

Als gleich schwieriger Betrieb stellt sich die „Milchversorgung der Grofsstädte" dar, über welche Direktor Schmitt, Mannheim unter besonderer Schilderung der Verhältnisse in der Stadt Mannheim berichtete. Aus 397 Gemeinden Badens, Württembergs und Hessens gelangen auf einem durchschnittlichen Wege von 200 km täglich 80000 Liter Milch nach Mannheim. Von Sammelstellen, in denen die Milch in Kohlensäure-Tiefkühlanlagen auf 1° C abgekühlt wird, gelangt die Milch mit Kühlwagen in Eilgutzügen nach Mannheim. Redner forderte zum Wohl der Volksgesundheit und hygienisch einwandfreier Kinderernährung gleiche Mafsnahmen in allen Grofsstädten und die Beförderung der Milch mit Schnellzügen.

Die Berichte der Schiffahrt betrafen die Häfen und Wasserstrafsen. Unter denen über die Häfen steht der Bericht des Reg.-Baurat Germanus, Duisburg „Die Hafenanlagen von Duisburg-Ruhrort" (des gröfsten Binnenhafen der Welt) an der Spitze. Am dritten Tagungstage schlofs sich ein Besuch des Hafens mit Hafenrundfahrt und Besichtigung der Umschlageinrichtungen und Schleusen an.

Über „Kohlentransporte und Kohlenumschlag im Hamburger Schiffs- und Bahnverkehr" sprach Oberbaurat Sieveking, Hamburg, über die „Emdener Hafenanlagen" Reg.-Baurat Schulze, Emden, über den „Königsberger Getreideumschlag" Mag.-Rat Dr. Schultz, Königsberg, über die „Umschlageinrichtungen auf der Donau der Ersten Donau-Dampfschiffahrtsgesellschaft" Dir. Hollitscher, Wien, über den „Rotterdamer Güterumschlag und technische Mittel zu dessen Bewältigung", Gen.-Dir. de Roode, Rotterdam, über Hafenanlagen in Narvik, Dir. Olofsson, Stockholm in seinem Bericht über „Schwedischer Erzumschlag". Die Berichte brachten sehr viel Beachtenswertes, zeigten aber, dafs jede Einrichtung den örtlichen Verhältnissen und Anforderungen angepafst sein mufs, um wirtschaftliche Leistungen zu ermöglichen. Allgemein stehen die Einrichtungen, die durchweg dem Massenverkehr dienen, auf hoher technischer Stufe, was von denen für den Umschlag im Stückgutverkehr noch nicht gesagt werden kann.

Hierzu gab zunächst der Bericht von Dir. Dr. Dronke, Bremen über „Neuzeitliche Technik und ihre Aufgaben im Betriebe grofser Stückguthäfen" manche Anregung, um durch Ersatz der teuren Menschenkraft durch Maschinenkraft die Leistungsfähigkeit der Häfen zu steigern. Die mannigfache und unhandliche Form der Stückgüter, wie die engen Schiffsräume und die schwierige, viel Zeit erfordernde Verstauung im Schiff stellen ganz besondere Anforderungen an die mechanischen Fördermittel. Die gute Verwendbarkeit der Elektrokarren und -Schlepper im Schuppen wurde hervorgehoben, doch benötigen auch diese noch weiterer technischer Vervollkommnung, um die bewährte Stechkarre voll zu ersetzen. Auf dem Gebiet der Nahfördermittel seien hier noch angeführt die bemerkenswerten Berichte von Prof. Aumund, Berlin, „Wirtschaftliche Grundlagen der Lagerung und Stapelung", nach welchem die jeweilige Wahl des Fördermittels und seine Betriebsweise nach Menge, Zeit und Weg von grofser wirtschaftlicher Bedeutung ist, von Prof. v. Hanffstengel, Berlin „Vereinfachung und Verbreitung der Förderanlagen

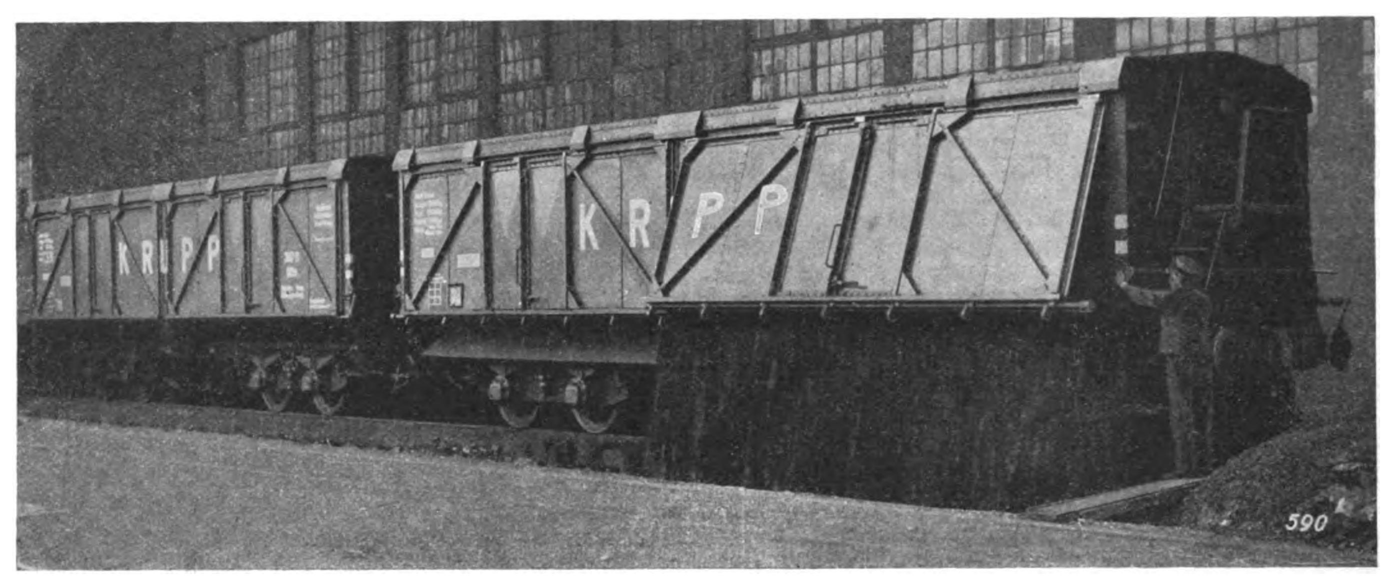


Abb. 3. 50 t Grofsgüterwagen, Flachbodenentlader, während der Entleerung, Inhalt 24 cbm erbaut von Fr. Krupp, A.-G., Essen.

durch Vereinheitlichung" und von Dir. Schäfer, Braunschweig „Pneumatische Förderung von körnigem Gut".

Ein weiterer Vortrag auf diesem Gebiet war der Bericht von Dr. Foerster, Hamburg „Der Berliner Westhafen". Die Anlagen mit den Fördereinrichtungen sind hier, wenn auch technisch schön gelöst, so doch im Betrieb nicht allseitig befriedigend, da der kaufmännische Einschlag fehlt. Der Vortrag regte insbesondere die Frage über den zweckmäfsigsten Bau der Schuppen an, ob diese in ein- oder mehrstöckiger Anordnung anzulegen seien. Auch Geh. Rat de Thierry, Berlin behandelt in seinem Vortrage „Anforderungen des neuzeitlichen Güterumschlagverkehrs an den Hafenbau" diese Frage unter Hinweis auf die mehrstöckigen Schuppenanlagen in Stettin. In Deutschland sind dieselben nicht üblich, doch würde hier vielleicht der Kraftwagen eine Umwälzung bringen, der jedenfalls im Hafen-Stückgutverkehr eine grofse Rolle spielen und sogar die bauliche Anordnung der Hafenanlagen beeinflussen wird.

Die Bedeutung des Kraftwagens im Stückgutverkehr für die Binnenschiffahrt im allgemeinen kam im Bericht des Dir. Thiele, Köln „Organisation und Wirtschaftlichkeit des Stückgutverkehrs der Binnenschiffahrt", zum Ausdruck. Der Kraftwagen werde die Binnenschiffahrt zwingen, auf Strecken bis zu 50 km überhaupt auf diesen Verkehr zu verzichten, da Liege- und Löschzeit auf diese Entfernungen ungünstig zur Transportzeit liegen. Im übrigen liefs der Bericht die Schwierigkeiten im Stückgutverkehr erkennen, die nach dem Bericht des Reichsbahndirektor Dr. Scheu, Berlin, über „Organisation und Wirtschaftlichkeit des Eisenbahnstückgutverkehrs" bei der Eisenbahn gleich grofs sind. Nur straffste Organisation könne im Stückgutverkehr eine Wirtschaftlichkeit bringen, der Eisenbahnwagen werde nur mit 2 t im Durchschnitt ausgenutzt. Die meisten Kosten entfallen auf Verladen und Umladen, die man durch Mechanisierung der Arbeitsvorgänge zu verringern suche. Angeführt wurden die neuen Versuchsanlagen mit Förderband in Bebra und Magdeburg-Rothensee. Hierbei sei zu beachten, dafs die Anlagekosten durch Ersparnis an Leuten eingebracht werden müssen und Betriebsstörungen vorkommen können. Auch hier haben sich Elektrokarren und -Schlepper mit gutem Erfolge eingeführt: 50% der Arbeiten werden damit ausgeführt, jeder Karren erspare zwei Arbeitskräfte und die Umladung werde beschleunigt. Das beste sei, tunlichst das Gut vom Wagen des Spediteurs in den Eisenbahnwagen zu verladen. Doch das Rollfuhrgeschäft müsse verbilligt werden, die Zahl der Spediteure sei zu grofs.

Auf die erheblichen Mehrkosten, die durch die Zersplitterung des Rollfuhrgeschäftes entstehen, wies auch Reg.-Rat Poelmann, Elberfeld, hin in seinem Bericht „Vorzüge und Nachteile der Bahnspedition, sowie Wege zu ihrer Verbilligung". Der Bahn entstehen Mehrkosten durch die getrennte Lagerung in den Schuppen und vielseitige Benachrichtigung an die Empfänger vom Eintreffen des Gutes, der Spedition durch geringe Ausnutzung ihrer Geschirre. In Elberfeld und Barmen hätte man daher die Zwangsbestätterei eingeführt d. h. die ausschliefsliche Zustellung durch Reichsbahnspediteure. In der Aussprache wurde jedoch dieses Verfahren angegriffen und eine eingehende gemeinsame Prüfung durch Vertreter der Reichsbahn, von Industrie und Handel, sowie des Speditionsgewerbes verlangt.

Weitere Berichte über Spedition erstatteten Korv.-Kap. a. D. Ottmer, Mannheim über „Die Anforderungen der Spedition an die Güterumschlag-Verkehrsmittel und -Einrichtungen" und Dr. Kes, Berlin über „Anforderung der Spedition an den Kraftwagenbetrieb". Der Kraftwagen hat sich, wie auch Poelmann hervorhob, in der Spedition zumal als Elektro-Kraftwagen bisher gut bewährt. Seine Aufbauten müssen aber noch anpassungsfähiger an die Anforderungen zur Verladung der Güter gestaltet werden, und dem Betrieb mit Zugmaschinen sei grofse Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Die Berichte von Reg.-Baurat Hoffbauer, Duisburg „Die Bedeutung des Schiffahrtverkehrs für die einzelnen Güter", des Dir. Etterich, Duisburg „Schiffahrt und Massengüterverkehr", des Dir. Tillich, Mülheim „Fragen des Massengüterverkehrs", des Dir. Buser, Basel „Rheinregulierung für Güterumschlagverkehr" befafsten sich mit den Transportmitteln auf den Wasserstrafsen, ihrem Verkehr an sich und in Verbindung mit der Eisenbahn, wobei die Tarifpolitik der Reichsbahn insbesondere durch die Einführung der Staffel- und Seehafenausnahmetarife erörtert wurde. In der Aussprache wurde von Vertretern der Reichsbahn betont, dafs sie bei ihren Tarifmafsnahmen nur die Förderung der Wirtschaft im Auge habe und für sie die Selbstkosten mafsgebend seien.

Min.-Rat Dr. Tecklenburg, Berlin zeigte in seinem Bericht „Die Selbstkosten des Eisenbahnbetriebes als Faktor der Tarifbildung", wie die Reichsbahn bemüht ist, die Selbstkosten auf Grund der Betriebsleistungen zu ermitteln, die für die Tarifbildung grundlegend sind. Das Bestreben der Reichsbahn müsse sein, verkehrsbelebend und verkehrswirkend zu sein, und das führe zum Werttarif. Dabei gelte als Grundsatz, dafs jeder neue Verkehr mindestens das bringen müsse, was er an neuen Aufwendungen erfordert. 42% der tonnenkilometrischen Leistung komme auf Normaltarife, das übrige auf Ausnahmetarife, worunter die Kohlen den Hauptbetrag ausmachen. Unbedingt müsse darauf gesehen werden, dafs die Transporte nicht verlustbringend für die Reichsbahn seien.

Dr. Pricken, Mainz hielt seinen Bericht über „Einflufs der Tarifgestaltung auf den Güterverkehr der Schiffahrt". Er ging vom Aufbau der Tarife bei der Schiffahrt und der Eisenbahn aus. Die Tarifbildung bei der Schiffahrt sei eine andere als bei den Eisenbahnen, da die Schiffahrt von vielen Momenten, wie Witterung, Wasserstand u. a., abhängig sei; es könnten nur Minimal-Frachtsätze festgelegt werden. Die Reichsbahn habe eine Staffelung der Frachten nach den Entfernungen (vertikale Staffelung) und der Güter nach den Tarifklassen (horizontale Staffelung) eingeführt. Dies habe zu sehr billigen Tarifen auf weite Entfernungen geführt, zum grofsen Schaden für die Binnenschiffahrt. Ebenso kritisierte Redner die Seehafenausnahmetarife, die sich das Ausland bereits zum Nachteil der Eisenbahnen zu Nutze mache und die die Schiffahrt schädigen, wie die ungünstigen Abschlüsse der Schiffahrtsgesellschaften zeigen. Einmalige Berechnung der Abfertigungsgebühr, Einführung von Binnenumschlagtarifen, Übernahme der Hafenbahnen durch die Reichsbahn, Einreihung der Häfen unter die Tarifstationen und Abbau der Wagenstellgebühr sind seine Forderungen an die Tarifpolitik der Reichsbahn, die im übrigen auch von anderen Rednern erhoben wurden. Aus den verschiedenen Äufserungen gewann man den Eindruck, dafs das Zusammenarbeiten zwischen Eisenbahn und Schiffahrt nicht das gleiche ist, wie es vor dem Kriege war.

Anders ist dagegen das Verkehrsverhältnis zwischen Kraftwagen und Eisenbahn, wie aus dem Bericht von Ober-Reg.-Rat Dr. Teubner, Berlin über den „Eisenbahnkraftwagenverkehr" hervorging. Hier hat die Reichsbahn die Zusammenarbeit mit den privaten Kraftverkehrsgesellschaften derart geregelt, dafs sie stets Trägerin des Verkehrs bleibt und sich des Kraftwagens nur als Hilfsmittel an Stelle des Eisenbahnwagens bedient, um sich die grofsen Vorteile des Kraftwagens im Nahverkehr zu Nutze zu machen. Diese sind so grofs, dafs die Reichsbahn selbst an dem weiteren Ausbau des Kraftwagenverkehrs teilnimmt, um mit einem Mindestmafs an Aufwand ein Höchstmafs der Verkehrsleistung zu erzielen. Besonders im Stückgutverkehr wird sich dies bemerkbar machen bei geeigneter Organisation zur Zusammenfassung der Güter und weiterer Entwicklung der Wagenbauarten, wie bei der Ausbildung des Laderaumes als Transportgefäfs, das ein leichtes Überladen von Wagen zu Wagen zuläfst. Ebenso mufs an der Verringerung der Betriebskosten durch weitgehende Austauschbarkeit der der Abnutzung unterworfenen Teile und durch Vereinheitlichung der Wagentypen gearbeitet werden. Die Berichte von Dir. Beneke, Altona und Obering. Aders, Nürnberg waren hierzu von besonderem Wert. Dr. Bäseler, München entwickelte in seinem Bericht „Schnellgüterverkehr" seine Idee, den Kraftwagen noch inniger in den Eisenbahnverkehr dadurch einzugliedern, dafs der Kraftwagen dem in gröfseren Verkehrszentren gesammelten Güterverkehr die Güter zuführt, selbst auf Züge, die aus Plattformwagen bestehend an besonderen Verladerampen stehen, verladen wird und in den Ankunftsstationen die Verteilung der Güter wieder vornimmt. Der Eisenbahn fällt dann nur das Zugfahren zu, während alle anderen Bewegungen, wie die Zugbildung, das Zugordnen, dem Kraftwagenunternehmen obliegt. Jede Rangierarbeit entfällt für die Eisenbahn.

Die Zusammenarbeit der Strafsen- und Kleinbahnen mit der Reichsbahn wurde in mehreren Vorträgen von Fachleuten, wie Gen.-Dir. Schwab, Düsseldorf; Dir. Battes, Hannover; Dir. Nier, Dresden; Gen.-Dir. Müller, Gerthe; Gen.-Dir. Lehmann, Köln

behandelt. Bekanntlich ist die Reichsbahn nicht geneigt, den Strafsen- und Kleinbahnen den Güterverkehr zu belassen, wie er sich in den Kriegs- und Nachkriegszeiten aushilfsweise entwickelt hat, wiewohl sich diese Bahnen in diesem Verkehr gut bewährt haben und damit eine Möglichkeit gegeben ist, diese Anlagen im volkswirtschaftlichen Nutzen besser auszuwerten. Die Redner gaben ihre Erfahrungen aus ihren Betrieben, aus denen hervorging, dafs sich die Bahnen am besten für den Massenverkehr mit einfachen Verkehrsbeziehungen eignen, indem ihnen allein das Fuhrgeschäft obliegt. Um aber auch diesen Verkehr wirtschaftlich entwickeln zu können, sind veraltete Bestimmungen aus den bestehenden Konzessionsverträgen zu mildern oder zu beseitigen. Auch die Frage der Tarife ist in Zusammenarbeit mit der Reichsbahn eingehender Prüfung zu unterziehen, wie aus dem Bericht von Dr. Böttger, Düsseldorf „Die Durchtarifierung von Stückgütern bei den einzelnen Verkehrsmitteln" hervorging.

Über „Bedeutung der Luftfahrt für den Güterverkehr" sprach Prof. Dr. Junkers, Dessau und über „Lufttarife und Güterverkehr" Ober-Reg.-Rat Hellmann, München. Die einschränkenden Bestimmungen des Versailler Vertrags hindern die vielversprechende Entwicklung des Flugzeugs für den Güterverkehr. Seine Bedeutung liegt besonders in der Aufschliefsung entfernt liegender, unkultivierter Gegenden mit verhältnismäfsig kleinem Anlagekapital. Die Tarife sind hoch, da nur Personenfahrzeuge für den Güterverkehr zur Verfügung stehen, gleichwohl lassen sie bei hochwertigen Gütern infolge der Schnelligkeit der Beförderung wirtschaftliche Vorteile anderen Verkehrsmitteln gegenüber erzielen.

Zum Schlufs sei noch auf den Bericht von Dr. Wilden, Düsseldorf „Mitwirkung der Handelskammern im Verkehrswesen" hingewiesen. Die Handelskammern als Sachwalter der Wirtschaft seien ein unparteiisches Bindeglied zwischen Verkehrsunternehmen und Verfrachtern und können auch die Tarife mit dem Ziel der volkswirtschaftlich günstigsten Gestaltung beeinflussen. Die Zusammenarbeit der Handelskammern und der Eisenbahn war schon vor dem Kriege durch gegenseitigen Austausch von Hilfskräften gut entwickelt, und einen ähnlichen Zustand wieder herbeizuführen, diene nur zum besten der Allgemeinheit.

Es dürfte der Eindruck aller an der Tagung Beteiligten gewesen sein, dafs die Aussprache ebenso dringend wie erwünscht war. Sicherlich werden die auf der Tagung gegebenen Anregungen zu erspriefslicher Zusammenfassung der Verkehrsmittel zum besten der deutschen Volkswirtschaft nicht ergebnislos verhallen.

Przygode, Regierungsbaumeister a. D.

## Aus amtlichen Erlassen der Vereinsverwaltungen.

### Einführung von Hülsenpuffern bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Die zunehmenden Beschädigungen der Stofsvorrichtungen der Eisenbahnfahrzeuge und die hohen für ihre Ausbesserung aufzuwendenden Kosten liefsen es erforderlich erscheinen, alsbald mit der allgemeinen Einführung von Hülsenpuffern vorzugehen.

Die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft hat daher folgendes bestimmt:

Neue Beschaffungen von Ersatzteilen für Puffer der bisherigen Bauart sind nur noch in einem solchem Umfange vorzunehmen, als die Bestände und die infolge der Auswechslung anfallenden Pufferteile für die Deckung des Bedarfes nicht ausreichen.

Bis auf weiteres sind nur noch Hülsenpuffer Bauart Siegen zu beschaffen. Sämtliche neu zu liefernden Fahrzeuge erhalten Puffer dieser Bauart.

Von den vorhandenen Wagen sollen in erster Linie die offenen 20 t-Wagen mit verstärkten Schrauben- und Sicherheitskupplungen, verstärkten Zughaken und verbesserten Schraubenspindeln für Kupplungen bisheriger Bauart, sowie den neuen Hülsenpuffern und Tragfedern ausgerüstet werden. An den Lokomotiven und den übrigen schweren Fahrzeugen (vierachsige Schienenwagen, schwere Sonderwagen) sind die vorhandenen Puffer bisheriger Bauart ebenfalls sofort auszuwechseln. Es folgen dann die Güterwagen in folgener Reihenfolge:

offener 15 t-Wagen, Kohlenwagen, Kalkwagen, Rungenwagen, zweiachsiger Schienenwagen, Langholzwagen, gedeckte Güterwagen, Viehwagen und grofsräumiger gedeckter Güterwagen.

Mit der Auswechslung der Puffer der Personenwagen ist erst zu beginnen, wenn der gröfste Teil der Güterwagen Hülsenpuffer besitzt.

Die bei der Auswechslung anfallenden, noch brauchbaren Pufferteile bisheriger Bauart sind als Ersatzteile auf Lager zu nehmen und bei der Ausbesserung von Puffern aufzubrauchen. Beschädigte und stark verschlissene Teile sind zum Schrot zu nehmen.

Die Hülsenpuffer Bauart Siegen werden vorerst mit Federn jetziger Bauart unter Verwendung des bisherigen Pufferstofsringes und eines aus der alten Pufferstange hergestellten Pafsstückes ausgerüstet. Die zur Herstellung der Pafsstücke noch brauchbaren Pufferstangen sind daher nicht zum Schrot zu nehmen.

Für Lokomotiven, vierachsige Schienenwagen und zweiachsige Schienenwagen sind Pufferscheiben von 450 mm Durchmesser, für alle übrigen Güterwagen solche von 370 mm Durchmesser zu verwenden. Bttgr.

### Tragfedern aus neuem Federstahl bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Die bisher für den offenen 20 t Wagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft verwendete 11 lagige Feder aus Stahl von 65 kg/qmm Festigkeit ist sehr stark beansprucht, so dafs sich die Federn vielfach im Betrieb setzen und die Wagen in beladenem Zustand zum grofsen Teil einen zu niedrigen Pufferstand aufweisen. Die Folge davon war eine häufige Zuführung der Wagen zu den Ausbesserungsstellen, namentlich an den Grenzbahnhöfen, um die Tragfedern gegen aufgerichtete auszuwechseln oder bei Fehlen von Ersatzfedern hochzurichten. Der Ausbesserungsstand der Wagen ist auf eine Höhe gekommen, die sich wirtschaftlich nicht vertreten läfst. Alle Versuche, durch sachgemäfse Behandlung des bisherigen Federstahls in den Federschmieden eine gröfsere Widerstandsfähigkeit der Tragfedern zu erreichen, sind fehlgeschlagen, so dafs ein neuer Federstahl von höherer Festigkeit sowie eine Tragfeder von 13 Lagen zur Einführung empfohlen wurde. Die Versuche haben ergeben, dafs die Feder den Betriebsbeanspruchungen voll gewachsen ist und sich auch bei längerer Betriebsdauer in ihrer Pfeilhöhe nicht ändert.

Da der neue Federstahl aber nur dann die unbedingt notwendige Festigkeitseigenschaft erreicht, wenn er in der Federwerkstatt nach genau vorgeschriebener Behandlungsweise hergestellt wird, und da ferner die Eisenbahnwerkstätten noch nicht mit geeigneten Öfen, Temperaturmefseinrichtungen usw. ausgerüstet sind, hat die Hauptverwaltung die Beschaffung fertiger Federn angeordnet, die in peinlichster Weise auf bedingungsgemäfse Beschaffenheit abzunehmen sind.

Die 13 lagige Feder verlangt einen etwas höheren Federbock. Die neuen Wagen der Lieferung 1925 sind bereits mit 150 mm hohen Federböcken versehen, während bei den alten Wagen die Federböcke durch Unterlegen einer 10 mm starken eisernen Platte auf 150 mm gebracht werden müssen. Ferner ist der bisherige Federfangbock durch eine 10 mm dicke Platte zu ersetzen. Aus diesen Gründen können die neuen Federn nur in den Eisenbahnausbesserungswerken eingebaut werden.

Sollten in Ausnahmefällen Federbrüche an den neuen Federn vorkommen, so darf eine solche Feder nur gegen eine gleichartige aus dem neuen Stahl ausgetauscht werden.

Die neue Feder für die 20 t Wagen wird nur mit einer Pfeilhöhe beschafft. Ein Aufrichten der Feder zum Ausgleich der Abnutzung der Radreifen darf nicht mehr stattfinden. Die Regelung des Pufferstandes erfolgt durch eine Unterlagplatte; diese soll eingebaut werden, wenn der Pufferstand kleiner als 1035 mm ist. Bei Verwendung der neuen 13lagigen Tragfeder entspricht dieser Pufferstand einer Reifenabnutzung von etwa 25 mm. Wenn also ein Wagen Radsätze führt oder erhält, deren Reifen stärker als 50 mm sind, dann können unter diesen Wagen 13lagige Tragfedern ohne Verwendung von Unterlagplatten gesetzt werden. Bttgr.

# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

## Lokomotiven und Wagen.

### Mefseinrichtungen für Bremsversuche der Deutschen Reichsbahn.

Auszug aus dem Aufsatz des Regierungsbaurats Metzkow in Glasers Annalen über Mefseinrichtungen für Bremsversuche.

Die Deutsche Reichsbahn wendet der Erforschung des Bremsvorganges und der Wirkungsweise der durchgehenden Luftdruckbremse besonderes Augenmerk zu und hat zu diesem Zweck ein eigenes Bremsversuchsamt in Grunewald (Berlin) errichtet. Über

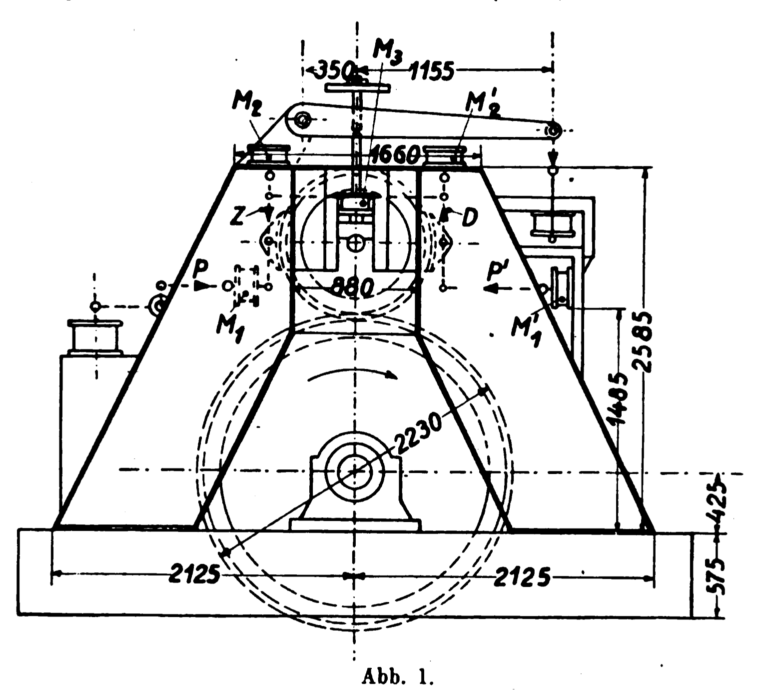
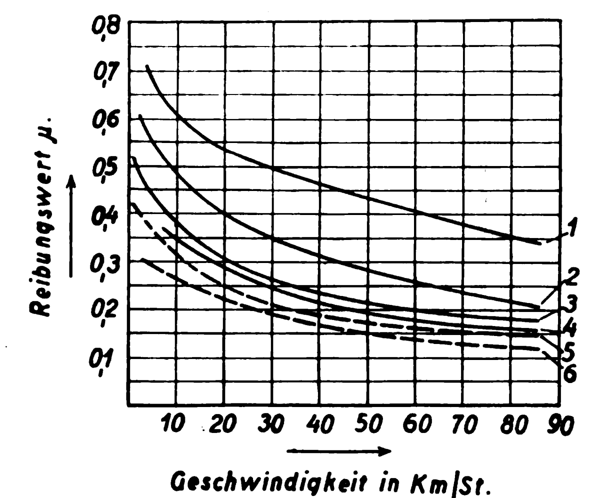



Abb. 1.




Reibungswerte.

Kurve 1 für p = 1 Kg/cm² ⎫ Bremsversuchs-
" 2 " 2 " " ⎬ amt
" 3 " 4 " " ⎪ Grunewald
" 4 " 6 " " ⎭

" 5 [Wichert] (Hütte trockene Reibung.)

" 6 [Galton] (Hütte)

Abb. 2.

die Mefseinrichtungen dieser Versuchsstelle seien nach einer ausführlichen Veröffentlichung des Leiters, Regierungsbaurat Metzkow, in Glasers Annalen vom April d. Js. nachfolgende kurze Mitteilungen gemacht.

1. Mefseinrichtungen zur Untersuchung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Druckschwankungen in druckluftgefüllten Rohrleitungen. Der hierfür errichtete Prüfstand dient dazu, sowohl die Fragen der Bremsleitungen unabhängig vom Fahrbetrieb zu untersuchen, als auch neue Erfahrungen über Verbesserungsmöglichkeiten der Leitungen zu gewinnen, im besonderen auch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Druckschwankungen in Rohrleitungen mit Druckluft festzustellen. Die diese Durchschlagskraft hemmenden Ursachen liegen in ungünstiger Führung der mit überflüssigen Knicken versehenen Leitung, ihrer unzulässigen Verengung durch Schmutz, Rost, Wasser- und Luftsäcken, ungeeigneter T- und Gabelstücke und den Kupplungen der Bremsleitungen. Unter Berücksichtigung dieser Umstände ist ein besonderes Versuchsprogramm aufgestellt. welches zunächst an Leitungen ohne Bremsapparate durchgeführt wird und dann unter Einfügung von solchen. Hierzu dient eine 200 m lange Prüfanlage, die durch Rückschaltung mit einer der drei nebeneinander auf Böcken liegenden Leitungen auf 400 m gebracht werden kann. An dem einen Ende dieser Anlage befindet sich in einem kleinen Versuchsraume das Führerbremsventil mit allem Zubehör, an dem anderen sind die Mefseinrichtungen untergebracht. Eine am Prüfstand entlang verlegte elektrische Leitung dient zur Fernsprechverbindung der beiden erwähnten Räume und zur Übertragung der Zeitpunkte der einzelnen Wirkungen auf die Schreibapparate.

Die Mefseinrichtungen sind mit besonderer Sorgfalt durchgebildet, um die genaue Zeitdauer vom Beginn des Luftauslasses bis zum Eintreten der Druckverminderungen der Mefsstelle auch zeichnerisch festzustellen. Da hierfür die gewöhnlichen Steuerventile nicht verwendbar sind, ist zu diesem Zwecke ein besonders empfindliches, vom Vorstand des Versuchsamts entworfenes Prüfventil in Verwendung, welches bei Druckunterschieden bis zu 0,05 at herunter anspricht. Die Bewegung der Membran wird durch einen Ruhestrom elektrisch auf eine Stoppuhr mit 0,02 Sek.-Impulsen übertragen, der Verlauf des Druckabfalls mittels eines Doppelröhrenschreibers mit Elektroschreiber auch zeitlich festgelegt.

2. Mefseinrichtungen zur Ermittlung von Reibungswerten. Sie dienen in erster Linie zur Bestimmung der Reibungswerte zwischen Bremsklotz und Radreifen, in zweiter Linie derjenigen zwischen Schiene und Radreifen.

Die Einrichtung (Abb. 1) besteht in der Hauptsache aus den als Rad ausgebildeten Schienen und der darauf rollenden, normalen Wagenachse mit zwei Bremsklötzen, welch letztere mit Meſsdosen $M_1$ und $M_1'$ zur Bestimmung des Anpressungsdruckes versehen sind. Die Belastung der Versuchsachse kann von 0 bis 20 t gesteigert und von Meſsdose $M_3$ abgelesen werden. Mit den Meſsdosen verbunden sind Indikatoren, die die gemessenen Kräfte gleichzeitig aufzeichnen.

Die mit diesem Prüfstande und einigen Hilfseinrichtungen gewonnenen Gesamtergebnisse für den Reibungswert als Funktion der Geschwindigkeit, der Temperatur, der spezifischen Belastung des Bremsklotzes sowie der Stoffbeschaffenheit sollen in einem späteren Aufsatze bekannt gegeben werden. Vorläufig wurden nur die durch die Unterschiede in Geschwindigkeit und spezifischer Belastung bewirkten Abweichungen in den Reibungsverhältnissen bekannt gegeben (Abb. 2).

Zum Anstellen von vergleichenden Reibungsprüfungen bei Bremsversuchsfahrten ist ein besonderer Meſswagen mit den erforderlichen Meſsinstrumenten vorhanden. Die Verschleiſsgröſse der Bremsklötze wird mittels eines Sondermeſswagens, der eine genaue Überwachung des Anpressungsdruckes durch Meſsdosen, Manometer und Röhrenschreiber gestattet, festgestellt. Der Verschleiſs des Radreifens durch den Bremsklotz wird auf einem Sonderprüfstand gemessen, die Schlagprüfung der Bremsklötze auf einem Fallprüfstand vorgenommen.

Besonders schwierig gestaltet sich die Untersuchung der Frage über die Reibung des Rades auf der Schiene, weil es auſserordentlich schwierig ist, die im Betriebe wirklich vorhandenen Verhältnisse auf dem Prüfstand herzustellen. Es soll versucht werden, durch genaue Untersuchung des Übergangszustandes zwischen reinem Abrollen und Gleiten des Rades auf der Schiene brauchbare Unterlagen zu gewinnen.

3. Meſseinrichtungen für Bremsversuche. Die Messungen erstrecken sich auf innere Vorgänge (Bremsbeginn, Durchschlagsgeschwindigkeit und Druckvorgänge in der Bremsleitung, dem Bremszylinder und dem Hilfsluftbehälter) und äuſsere Bremswirkung (Zuggeschwindigkeit, Bremsverzögerung, Bremsweg und Zeitdauer der Bremsvorgänge sowie Kräfte in den Zug- und Stoſsvorrichtungen).

Ein eigener Bremsversuchszug führt am Schlusse den Hauptmeſswagen und auf den ganzen Zug verteilt noch besondere Beobachtungswagen; die letzteren sind nur mit den hauptsächlichsten Meſsgeräten ausgerüstet. Durch zwei Kabel ist die Verständigung mittels lautsprechender Fernsprecher und elektrischer Zeichengebungen (Brems-, Fäll-, Zeit- und Wegmarke) über den ganzen Zug gesichert. Die Instrumente für die Untersuchung der inneren Vorgänge der Bremseinrichtungen (Zeitmesser, Geschwindigkeitsschreiber, Verzögerungsmesser usw.) werden mittels Auslösung einer Hilfskraft betätigt. Der elektrische Strom wird von einem unter dem Wagen befindlichen elektrischen Speicher hergegeben. Zur Bestimmung der Geschwindigkeit werden die bekannten Geschwindigkeitsmesser der Deuta-Werke A. G. Berlin verwendet; sie werden ebenso wie die Geschwindigkeitsschreiber mittels biegsamen Wellen von der nicht gebremsten Meſsachse aus angetrieben. Von dieser Achse aus wird auch noch der Bremswegmesser und der Streckenmesser betätigt. Zur Feststellung der in jedem Augenblick des Bremsvorganges wirkenden Verzögerung ist ein vom Vorstand des Versuchsamtes Grunewald angegebener Verzögerungsmesser, der gleichzeitig aufschreibt, in Gebrauch.

Um ein möglichst umfassendes Urteil über den ganzen Bremsverlauf im Zuge zu erhalten, sind auch noch Meſseinrichtungen in Form von Meſsdosen für die in den Zug- und in den Stoſsvorrichtungen sowie an den Bremsklötzen auftretenden Kräfte vorhanden. Die Bremsklotztemperaturen werden mittels der in die Bremsklötze des Meſswagens eingeschraubten Thermoelemente auf die im Wagen befindlichen Pyrometer übertragen.

B. E. Eck.

## 1 D + D 1 - h 6 Garratt-Lokomotive und 1 D 1 - h 3 Lokomotive der London und North Eastern Bahn.

(The Railway Engineer 1925, August.)

Die in Höhe und Breite sehr beschränkte Umgrenzungslinie ist für den englischen Fahrzeugbau sehr hinderlich. So ist die Firma Beyer Peacock und Co. in Manchester zur Ausführung einer Garratt-Lokomotive gekommen, wo sonst noch die übliche Gelenklokomotive nach Mallet genügt hätte. Die für den Schiebedienst über Steigungen von $25\,^0/_{00}$ bestimmte Lokomotive stellt im übrigen nicht nur die gröſste bisher gebaute Garratt-Lokomotive vor, sondern sie ist überhaupt die schwerste und leistungsfähigste derzeitige englische Lokomotive und hat als solche auch bei der Hundertjahrfeier der englischen Eisenbahnen in Darlington, wo sie gezeigt wurde, groſsen Eindruck gemacht.

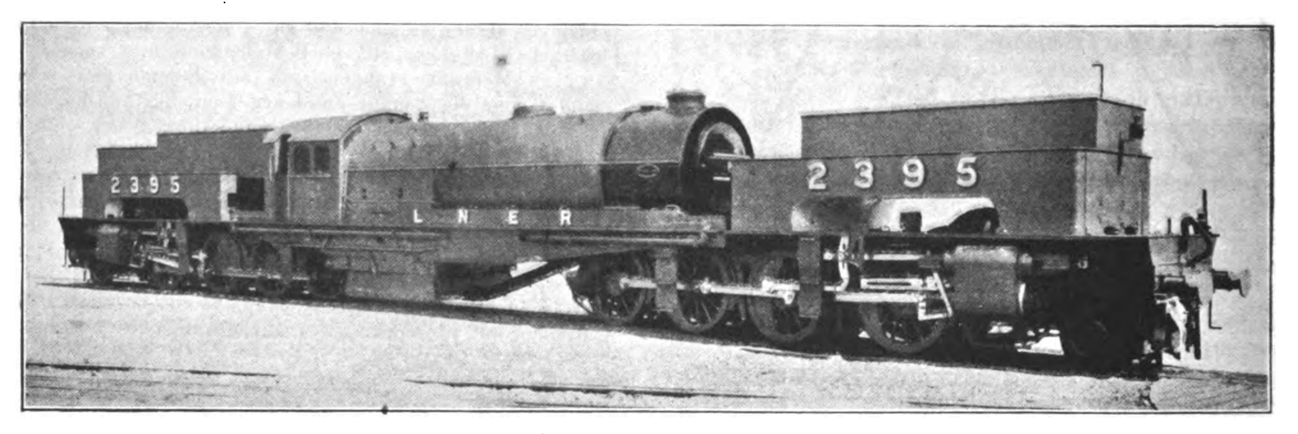



Abb. 1. 1 D + D 1 - h 6 Garratt-Lokomotive der London und North Eastern Bahn.

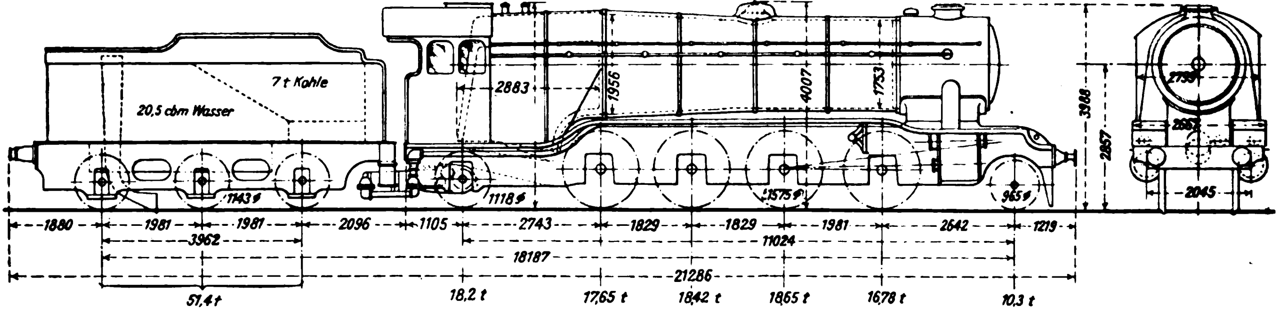



Abb. 2. 1 D 1 - h 3 Güterzuglokomotive der London und North Eastern Bahn.

Die Lokomotive, deren allgemeine Anordnung aus der Textabb. 1 zu ersehen ist, hat entsprechend den Bestrebungen des

Maschinendirektors der London und North Eastern Bahn, Gresley an jedem Drehgestell ein Dreizylindertriebwerk, im ganzen also sechs Zylinder erhalten und zeigt somit auch in dieser Hinsicht einen neuen Weg. Zylinder, Triebwerk und Steuerung jedes Drehgestells entsprechen denen einer 1 D - h 3 Lokomotive der Bahn und sind mit dieser austauschbar. Der Kessel ist mit 338 qm gesamter Heizfläche wesentlich gröfser als bei der bayrischen D + D - h 4 v Tenderlokomotive mit 285 qm, die man nach Gröfse und Verwendungszweck sonst am ehesten zum Vergleich heranziehen könnte. Er liegt auf einem besonderen Rahmen, der sich je zwischen der zweiten und dritten Kuppelachse auf die beiden Drehgestelle stützt. Letztere tragen die Vorratsbehälter; das vordere für 12,7 cbm Wasser, das hintere für 10,0 cbm Wasser und 7 t Kohle. Die Umsteuerung geschieht mit Dampf.

Die 1 D 1 - h 3 Lokomotive (Abb. 2) ist in den Bahnwerkstätten in Doncaster gebaut und die erste englische Lokomotive mit dieser Achsanordnung. Sie soll Güterzüge von 1600 t zwischen London und Peterborough befördern, dürfte aber, da ihr Treibraddurchmessr gegenüber den bisherigen Güterzuglokomotiven wesentlich vergröfsert worden ist, wohl auch zum Personenzugdienst herangezogen werden. Zur Überwindung gröfserer Steigungen hat die Schleppachse eine Zusatzdampfmaschine mit zwei Zylindern von 254 mm Durchmesser und 305 mm Hub erhalten. Kessel, Zylinder, Triebwerk und Steuerung entsprechen völlig den bei der 2 C 1 - h 3 Schnellzuglokomotive der Bahn*) verwendeten Teilen, auch sonst ist die neue Lokomotive ganz in Anlehnung an diese Schnellzuglokomotive gebaut.

Die Hauptabmessungen der beiden Lokomotiven sind:

| | 1 D + D 1 - h 6 Garrat-Lokomotive | 1 D 1 - h 3 Lokomotive | |
|---|---|---|---|
| Kesselüberdruck | 12,7 | 12,7 | at |
| Zylinderdurchmesser d | 6 × 470 | 3 × 660 | mm |
| Kolbenhub h | 660 | 508 | „ |
| Kesseldurchmesser aufsen, gröfster | 2134 | 1956 | „ |
| Kesselmitte über Schienenoberkante | 2591 | 2857 | „ |
| Feuerbüchse, Länge und Weite | 2578 × 2045 | 1802 × 2127 | „ |
| Heizrohre, Anzahl | 275 | 168 | Stück |
| „ , Durchmesser aufsen | 51 | 57 | mm |
| Rauchrohre, Anzahl | 45 | 32 | Stück |
| „ , Durchmesser aufsen | 133 | 133 | mm |
| Rohrlänge | 3962 | 5791 | „ |
| Heizfläche der Feuerbüchse | 22,0 | 20,0 | qm |
| „ „ Rohre | 256,0 | 252,0 | „ |
| Heizfläche des Überhitzers | 60,0 | 48,8 | „ |
| „ im ganzen H | 338,0 | 320,8 | „ |
| Rostfläche R | 5,25 | 3,83 | „ |
| Durchmesser der Treibräder D | 1422 | 1575 | mm |
| „ „ Laufräder vorn | 813 | 965 | „ |
| „ „ „ hinten | 813 | 1118 | „ |
| Achsstand der Kuppelachsen | 5448 | 5639 | „ |
| „ eines Drehgestells | 8090 | — | „ |
| Ganzer Achsstand der Lokomotive | 24105 | 11024 | „ |
| Abstand der Drehzapfen | 12395 | — | „ |
| Achsstand der Lokomotive einschliefslich Tender | — | 18187 | „ |
| Reibungsgewicht $G_1$ | 143,85 | 71,5 | t |
| Dienstgewicht der Lokomotive G | 178,0 | 100,0 | „ |
| Dienstgewicht des Tenders | — | 51,4 | „ |
| Vorrat an Wasser | 22,7 | 20,5 | cbm |
| „ „ Brennstoff | 7,0 | 7,0 | t |
| Gröfste Zugkraft Z (nach der Quelle) | 33000 | 17400**) 21250***) | kg |
| H : R | 64,5 | 84 | |
| H : G | 1,9 | 3,2 | |
| $H : G_1$ | 2,35 | 4,5 | |

*) Organ 1924, S. 389.
**) Ohne Zusatzmaschine.
***) Mit Zusatzmaschine.

R. D.

## Veränderliches Blasrohr der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn.

(Rev. gén. des chemins de fer 1925, 1. Hälfte, Heft 1.)

Von den im Jahre 1908 entworfenen Lokomotiven der Pazifikbauart dieser Gesellschaft wies die erste Reihe die veränderliche Ausströmung mit beweglichem Hohlkegel, Bauart „Nordbahn“ auf, welche damals bei allen gröfseren französischen Netzen eingeführt war. Sie bestand (vergl. Abb. 1) aus einer kegelförmigen Düse, in deren Innern ein Hohlkegel sich befand, welcher durch radiale Flügel mit der senkrechten Führungsstange verbunden war. Die eine Seite dieser Flügel war lotrecht angeordnet, während die andere nach einer Schraubenlinie ausgebildet war. In der oberen Stellung berührte der Kegel die feste Düse, so dafs der Weg zwischen Kegel und Düse abgesperrt war und der Dampf nur durch das Innere des Kegels entweichen konnte. Um die Ausströmung zu erweitern, wurde der Kegel gesenkt, so dafs eine ringförmige Spalte zwischen Kegel und Düse für den Dampf frei wurde. Die besondere Wirksamkeit dieser Ausströmung wurde der schraubenförmigen Bewegung der Dampfstrahlen unter dem Einflufs der Flügel zugeschrieben, welche ein kräftiges Umrühren der Rauchkammergase sicherte und das Hineinreifsen derselben in den Kamin erleichterte. Die Ausströmung hatte sich überall gut bewährt, sowohl im Schnellzugdienst, wie im Güterzugdienst, man erhielt genügend Dampf auch bei plötzlichen grofsen Überlastungen im Betriebe.

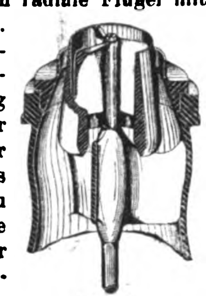
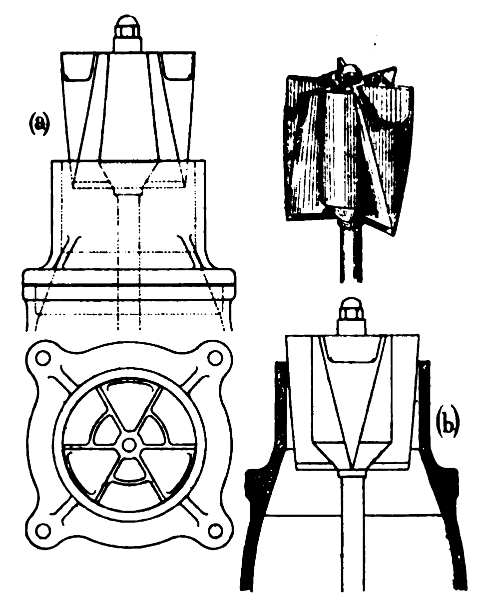


Abb. 1. Ausströmung Bauart Nordbahn.




Auströmung offen. Ausströmung geschlossen.

Abb. 2. Kleeblattförmige Ausströmung.

Die Anordnung wurde für die etwas stärkeren Pazifiklokomotiven der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn in der Weise abgeändert, dafs man die Abmessungen für die Ausströmung und den Kamin nach einem amerikanischen Muster etwas vergröfserte. Als aber die ersten Lokomotiven dieser Bauart in Betrieb gesetzt wurden, ergab sich, dafs fast ständig mit offener Ausströmung gefahren werden mufste. Des weiteren bemerkte man, dafs kleine Dampfwölkchen entlang den Zylindern sich anlegten, namentlich, wenn man mit verminderter Kraft fuhr, so dafs die Lokomotivführer die Signale nicht richtig erkennen konnten.

Nach verschiedenen Versuchen kam man zu einer Ausströmung mit zylindrischer Düse

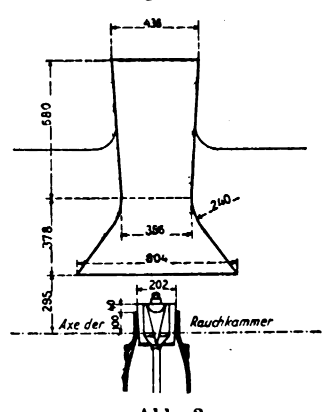



Abb. 3. Die kleeblattförmige Ausströmung in der Lage „geschlossen“.

und einem beweglichen sternförmigen Kern, welche alle anderen Ausströmungen übertraf. Der bewegliche kleeblattförmige Kern hat (Abb. 2) eine Höhe von etwa 200 mm, er besteht aus drei symmetrischen Flügelkörpern, deren Begrenzungsflächen unten schneidenförmig zusammenlaufen, während sie oben Winkel von 60° miteinander bilden, so dafs der freie Querschnitt von unten nach oben abnimmt. Die obere Fläche des Kerns hat in der unteren Lage, wenn die Ausströmung die geringste Öffnung zeigt, einen Abstand von etwa 40 mm von dem Rand der Düse. Der Einbau der Ausströmung in den Kessel ist aus Abb. 3 ersichtlich.

Die Ausströmung hat bei gleichem Gegendruck Zugstärken ergeben, die denen der Nordbahnausströmung um etwa 25% überlegen waren, oder bei gleichem Zuge eine Abnahme des Gegendruckes um 25 bis 30% herbeiführten. Die Ausströmung verlieh den Pazifiklokomotiven die gewünschte gröfsere Anpassungsfähigkeit während der Fahrt. Das Zuggewicht konnte um 10% erhöht werden. Die Dampferzeugung ist genügend, sie reicht auch bei plötzlich auftretenden Schwierigkeiten des Betriebes aus. Ebenso sind die Dampfwölkchen am Zylinder verschwunden, was eine wesentliche Bedingung für die gute Sicht der Signale ist.

Mit Rücksicht auf diese guten Ergebnisse sowie die geringen Kosten für den Einbau der Ausströmung in die Lokomotiven sind nunmehr sämtliche Lokomotiven des ganzen französischen Netzes mit der kleeblattförmigen Ausströmung ausgerüstet. **Hbr.**

# Bücherbesprechungen.

**Die Psychotechnik im Dienste der Deutschen Reichsbahn.** Von Dr. rer. pol. Richard Couvé, wissenschaftlicher Hilfsarbeiter bei der Psychotechnischen Versuchsstelle der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. 131 Seiten im DIN-Format A 5, mit 43 Abb., 2 Tafeln und 7 Anlagen. Berlin 1925, VDI-Verlag, Preis geb. 8 ℳ. (Nr. 3 in der Buchreihe des Instituts für Verkehrswissenschaft der Universität Köln.)

In diesem Buche führt Couvé in berichtender Form wohl auf Grund amtlicher Unterlagen vor, was seit 1921 bei der Psychotechnischen Versuchsstelle in Berlin, deren wissenschaftlicher Mitarbeiter er ist, an Vorarbeiten, Prüfausführungen und Bewährungsuntersuchungen auf psychotechnischem Gebiete bei der Reichsbahn geschehen ist. Da er sich hier z. T. noch auf Neuland bewegt, beschränkt sich der Verfasser darauf, nur das eingehender zu behandeln, was durch mehrjährige Erfahrungen gesichert erscheint.

Verdienstlich sind die berufskundlichen Untersuchungen für alle Zweige des Eisenbahnbetriebsdienstes, die auf eine ausführliche Zergliederung der Diensttätigkeiten gegründet werden. Die drei vorhandenen Wege für die Auswahl der Bediensteten (Schulzeugnis und Kenntnisprüfung, ärztliche Untersuchung, psychologische Untersuchung) werden dargestellt und in ihrer Bedeutung für die Berufsauswahl abgewogen. Die psychotechnische Auswahl ist besonders ausführlich dargestellt. Die Eisenbahnstatistik der letzten Jahre wird untersucht, um Einblicke in die psychologischen Unfallursachen zu gewinnen. Aus diesen ergeben sich Anhalte für den Aufbau psychotechnischer Prüfverfahren und für eine verbesserte Unfalluntersuchung.

Das Lehrlingsprüfverfahren, wie es die Deutsche Reichsbahn seit mehreren Jahren bei ihren rund 100 Eisenbahnwerkstätten übt, wird ausführlich dargestellt und kritisiert. Auch die Art der Bewertung ist gestreift. Um die Bewährung des Prüfverfahrens festzustellen, sind umfangreiche Ermittlungen unternommen worden Bei Jahrgang 1922 haben sich nur 6,5% Versager ergeben. Bei späteren Jahrgängen ist diese Zahl noch weiter heruntergegangen.

Auch die Anlernung der Eisenbahnbetriebsbediensteten, z. B. der Bahnsteigschaffner wird behandelt und ein Verfahren dafür geschildert.

Die Sachpsychotechnik erfährt nur kurze Erwähnung.

Das Büchlein gibt einen raschen Überblick über die bisherige Entwicklung der Psychotechnik bei der Deutschen Reichsbahn und deutet auch die voraussichtliche Weiterentwicklung kurz an.

---

**Über wirtschaftlichen Brennstoffverbrauch im Eisenbahnbetriebe** von Zivilingenieur H. Bager, nach dem Schwedischen überarbeitet von Reichsbahnoberrat W. Hansmann. Verlag von Wilh. Ernst und Sohn, Berlin. Geheftet 3,90 ℳ.

Den Kohlenverbrauch der Lokomotiven, der einen so erheblichen Posten im Haushalt der Eisenbahnen spielt, herabzudrücken, ist eine der wichtigsten Aufgaben der mit der Leitung des Zugförderungsdienstes betrauten Beamten; die unmittelbare Kenntnis der Umstände, die den Kohlenverbrauch beeinflussen, eine wichtige Voraussetzung. Kann im allgemeinen auch diese Kenntnis angenommen werden, so wird doch der quantitative Einflufs, das Gewicht der einzelnen Punkte nicht immer richtig eingeschätzt und doch spielt eine richtige Bewertung für den Nachdruck, der auf die Beachtung der einzelnen Sparmafsnahmen gelegt wird, eine grofse Rolle. Das Büchlein geht diesem Einflufs nach und sucht auf Grund von Erfahrungen und einfachen Formeln die Höhe der Verluste in einer grofsen Anzahl von Fällen zu ermitteln. So wird der Einflufs einer Steigerung der normalen Fahrgeschwindigkeit zur Einholung von Verspätungen, also der Einflufs einer Überanstrengung, aber auch umgekehrt die ungünstige Wirkung auf den Kohlenverbrauch bei ungenügend ausgelasteter Lokomotive untersucht. Der durch die Sicherheitsventile, durch undichte Ventile, durch schlechte Schieber entweichende Dampf wird ermittelt usw. — Angefügt hätte wohl noch werden sollen der Einflufs der Dienstplangestaltung und der Langläufe der Lokomotiven.

Die Behandlung des Gegenstandes bedient sich durchweg der einfachsten Mittel, so dafs sie auch bei geringen Vorkenntnissen verständlich ist, auf wissenschaftliche Genauigkeit ist verzichtet, es kommt den Verfassern nur darauf an, ein ungefähres Bild der Verhältnisse zu gewinnen. — Wünschenswert wäre es wohl gewesen, als Beispiele mehr neuere Lokomotiven statt die vorzugsweise zugrunde gelegte P 6 zu bringen.

Das Buch kann als Leitfaden für den Unterricht der Lokomotivbeamten und in der Hand der letzteren gute Wirkungen zeitigen.

Dr. Ue.

---

**Was jeder von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft wissen mufs.** Von Reichsbahndirektionspräsident Dr. jur. Adolf Sarter und Reichsbahndirektor Dr. jur. Theodor Kittel, Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft m. b. H.

Das Buch behandelt auf möglichst engem Raum (83 Seiten Text) nach einer kurzen Einleitung über die geschichtliche Entwicklung des Deutschen Eisenbahnwesens die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft in rechtlicher Hinsicht, ihre Verfassung (Vorstand, Verwaltungsrat), ihre volkswirtschaftliche Bedeutung und Stellung, ihr Personal, ihre finanziellen Grundlagen und ihre Finanzgebahren, ihre Betriebsorganisation, ihr Betriebsmonopol (Privatbahnen, Kleinbahnen) und ihr Verhältnis zur Reichsregierung. Es ist allgemeinverständlich geschrieben und soll in erster Linie den Reichsbahnbeamten und -Arbeitern als Lehrbuch für Unterrichtszwecke dienen. Darüber hinaus soll es auch in aufserhalb der Reichsbahn stehenden Kreisen Interesse und Beachtung finden.

**Die Eisenbahn im Bild.** Herausgegeben von John Fuhlberg-Horst. Verlag Dieck und Co., Stuttgart.

Von dem bereits auf Seite 264 besprochenen Werk ist nunmehr der 3. und 4. Band erschienen, womit die Sammlung abgeschlossen ist.

Band 3 behandelt Eisenbahnwagen und das interessante Kapitel des Eisenbahn-Sicherungsdienstes, Band 4 enthält das Gebiet der elektrischen Bahnen einschliefslich der Strafsenbahnen, Hoch- und Untergrundbahnen usw. — Beide Bände reihen sich den ersterschienenen nach Inhalt und Ausstattung würdig an.

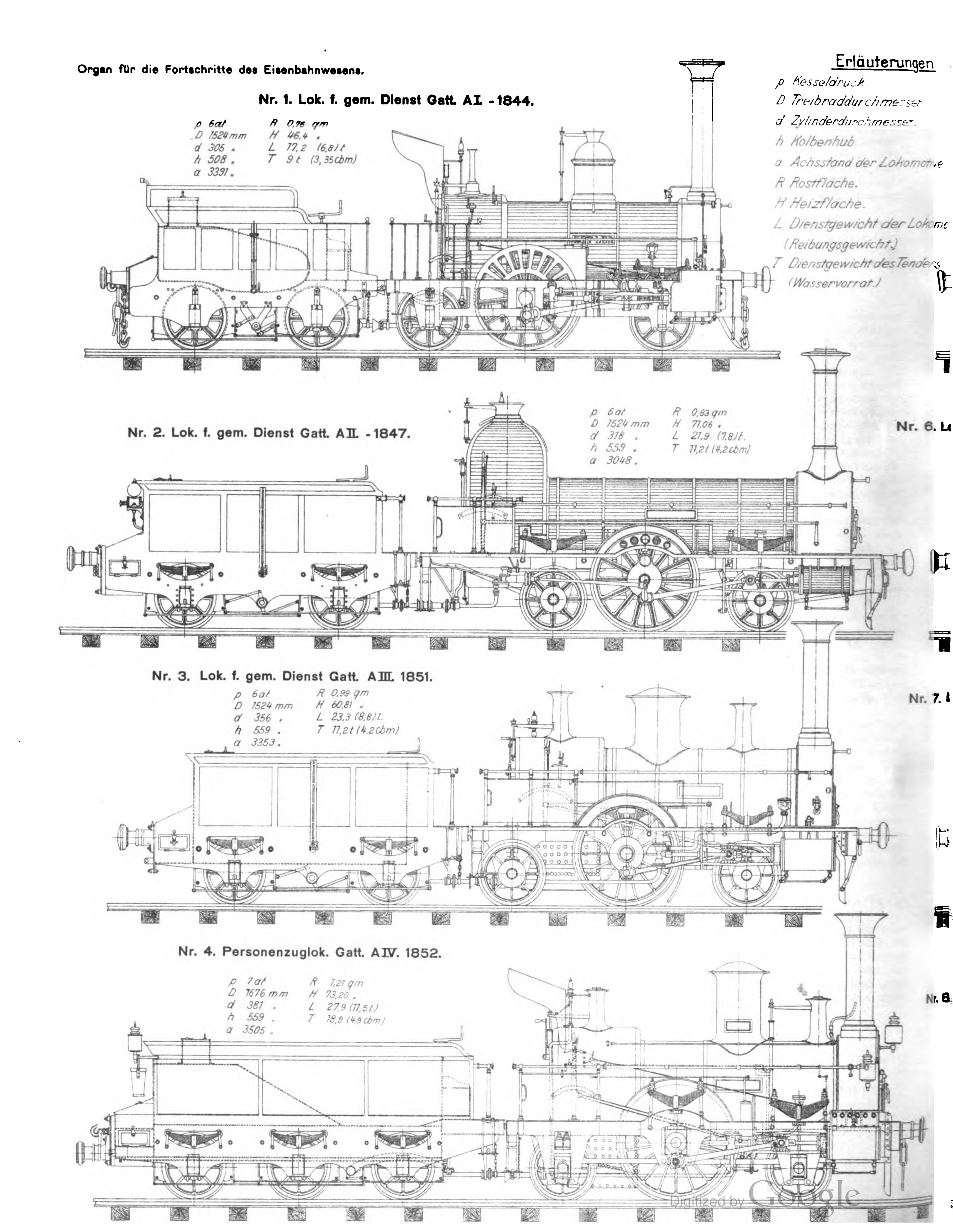
# Berichtigung.

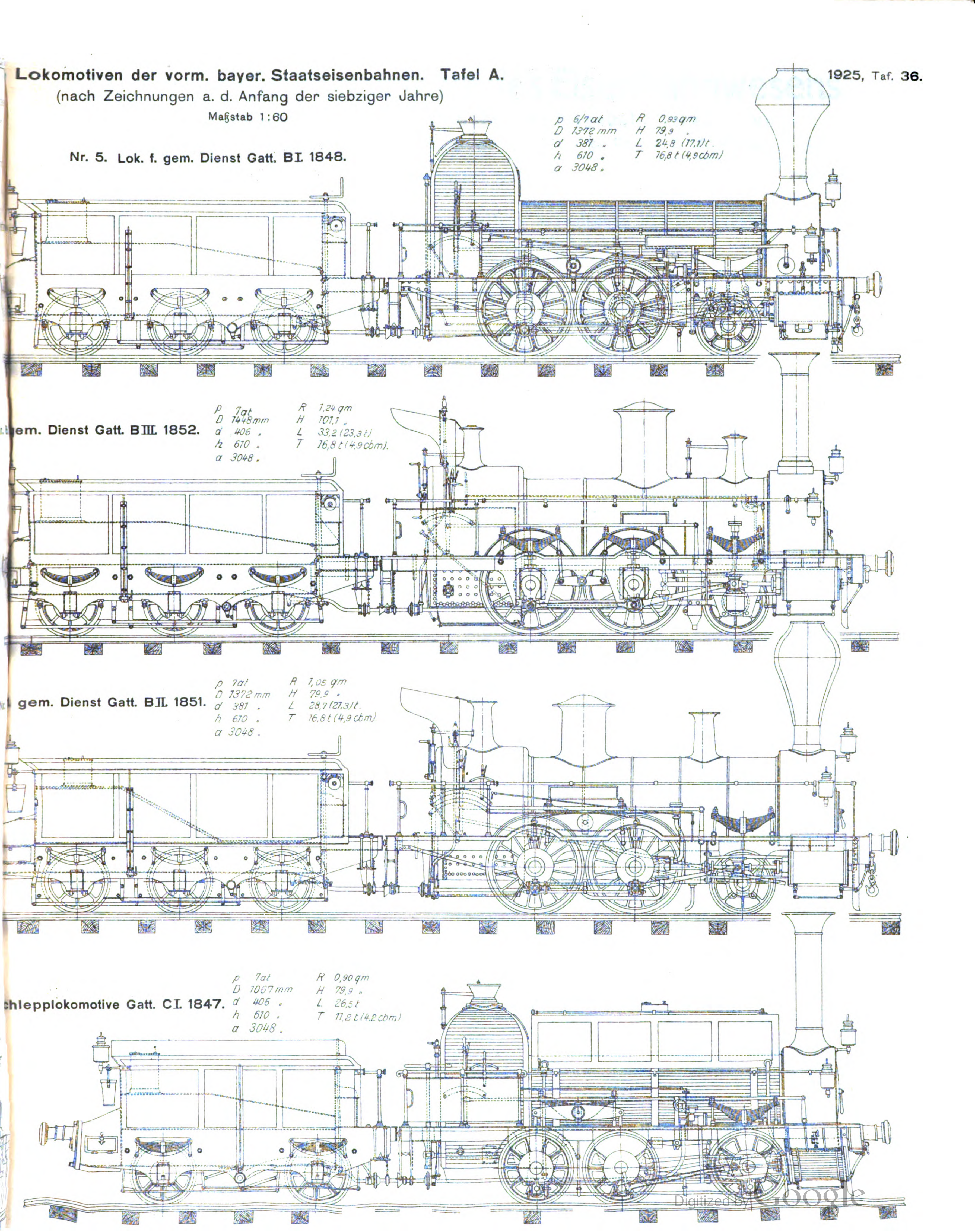
Bei dem Aufsatz »Hundert Jahre Eisenbahn« im Heft 19, Seite 305 blieb versehentlich die Angabe des Verfassers weg. Der Aufsatz wurde, wie wir hiermit nachtragen, von Oberregierungsrat Wernekke, Berlin verfafst.

Die Schriftleitung.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.




Erläuterungen
p Kesseldruck.
D Treibraddurchmesser
d Zylinderdurchmesser.
h Kolbenhub
a Achsstand der Lokomotive
R Rostfläche.
H Heizfläche.
L Dienstgewicht der Lokomo
(Reibungsgewicht.)
T Dienstgewicht des Tenders
(Wasservorrat.)
Nr. 1. Lok. f. gem. Dienst Gatt. AI. -1844.
p 6at
D 1524 mm
d 305 „
h 508 „
a 3391 „
R 0,76 qm
H 46,4 „
L 17,2 (6,8) t
T 9 t (3,35 cbm)
Nr. 2. Lok. f. gem. Dienst Gatt. AII. -1847.
p 6 at
D 1524 mm
d 318 „
h 559 „
a 3048 „
R 0,83 qm
H 71,06 „
L 21,9 (7,8) t.
T 11,2 t (4,2 cbm)
Nr. 3. Lok. f. gem. Dienst Gatt. AIII. 1851.
p 6 at
D 1524 mm
d 356 „
h 559 „
a 3353 „
R 0,99 qm
H 60,81 „
L 23,3 (8,8) t.
T 11,2 t (4,2 cbm)
Nr. 4. Personenzuglok. Gatt. AIV. 1852.
p 7 at
D 1676 mm
d 381 „
h 559 „
a 3505 „
R 1,21 qm
H 73,20 „
L 27,9 (11,5 t)
T 18,9 (4,9 cbm)
Nr. 6. L
Nr. 7.
Nr. 8.


Lokomotiven der vorm. bayer. Staatseisenbahnen. Tafel A.
1925, Taf. 36.
(nach Zeichnungen a. d. Anfang der siebziger Jahre)
Maßstab 1:60
Nr. 5. Lok. f. gem. Dienst Gatt. BI 1848.
p 6/7 at
D 1372 mm
d 387 „
h 610 „
a 3048 „
R 0,93 qm
H 79,9 „
L 24,8 (17,1) t.
T 16,8 t (4,9 cbm)
…gem. Dienst Gatt. BIII 1852.
p 7 at
D 1448 mm
d 406 „
h 610 „
a 3048 „
R 1,24 qm
H 101,1 „
L 33,2 (23,3 t)
T 16,8 t (4,9 cbm).
… gem. Dienst Gatt. BII 1851.
p 7 at
D 1372 mm
d 381 „
h 610 „
a 3048 .
R 1,05 qm
H 79,9 „
L 28,7 (21,3) t.
T 16,8 t (4,9 cbm).
…chlepplokomotive Gatt. CI 1847.
p 7 at
D 1067 mm
d 406 „
h 610 „
a 3048 „
R 0,90 qm
H 79,9 „
L 26,5 t
T 11,2 t (4,2 cbm)



# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

**Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen**

Schriftleitung: **Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg**, unter Mitwirkung von **Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden.**

**80. Jahrgang** | **30. Dezember 1925** | **Heft 24**


## Die Entwicklung der Lokomotiven der vormaligen bayerischen Staatseisenbahnen*)

auf dem Hintergrunde der allgemeinen Verkehrsentwicklung.


Von Reichsbahnoberrat Dr. H. Uebelacker, Nürnberg.


Hierzu Tafel 37.


(Schlufs von Seite 506).


Bei den Personenzuglok.en waren die nächsten beiden Bauarten wieder nur Ausnahmsmaschinen. Die B VII (Abb. 17), sechs Stück aus dem Jahre 1868, eine der ersten Lieferungen der Lok.-fabrik Kraufs und Co., war eine zweiachsige Lok.; sie hatte, obwohl einen zweiachsigen (Torf)-Tender führend, einen Wasserkasten unter dem Kessel, der durch den innenliegenden

Abb. 17. Pz.-Lok. Gattung B VII.

Rahmen selbst gebildet wurde. Auch das Untergestell des Tenders war als Wasserkasten ausgebildet. Durch diesen Kastenrahmen, der eine Neuerung der jungen Fabrik darstellte, sollte das Gesamtgewicht verkleinert und eine einfache und billige Lok. geschaffen werden; nach Kessel- und Maschinenleistung war sie der B VI ebenbürtig. Ihr folgte die B VIII (sechs Stück 1872 von Maffei) 2/3 gekuppelt, mit unterstützter Feuerbüchse und wesentlich gröfserem Radstand von 4,115 m, den man inzwischen als zulässig erkannt hatte, in der Leistung der B VII merkwürdigerweise etwas nachstehend.

Die B VIII Lok. bildete mit dem gröfseren Radstand und der unterstützten Feuerbüchse, die sie zu gröfserer Fahrgeschwindigkeit befähigte, den Übergang zur zweifach gekuppelten Schnellzuglok. Das war die B IX-Lok., deren Beschaffung 1874 einsetzte. Diese Bauart erwies sich wieder als hervorragend zweckentsprechend, so dafs bis zum Jahre 1887 104 Stück in den Dienst gestellt wurden, einschliefslich 43 Stück Ostbahn-B IX-Lok. 147 Stück. Der Lok. sind die grofsen Treibräder von 1,86 m; diese eigentümliche Zahl bildete auch in der späteren Zeit ein feststehendes Mafs für die bayerischen Schnellzug-Lok.en, das nur ausnahmsweise überschritten wurde. Der grofse Achsstand der B VIII blieb beibehalten (4,27 m), die hintere Treibachse wurde wie bei der B VIII unter das hintere Ende des Stehkessels gelegt, so dafs hinten keine überhängenden Massen vorhanden waren. Der Stehkessel mufste zu dem Zweck unten eingezogen werden; die grofsen Treibräder ragten daher von Radkästen überdeckt, in den — ziemlich geräumig gehaltenen — Führerstand hinein.

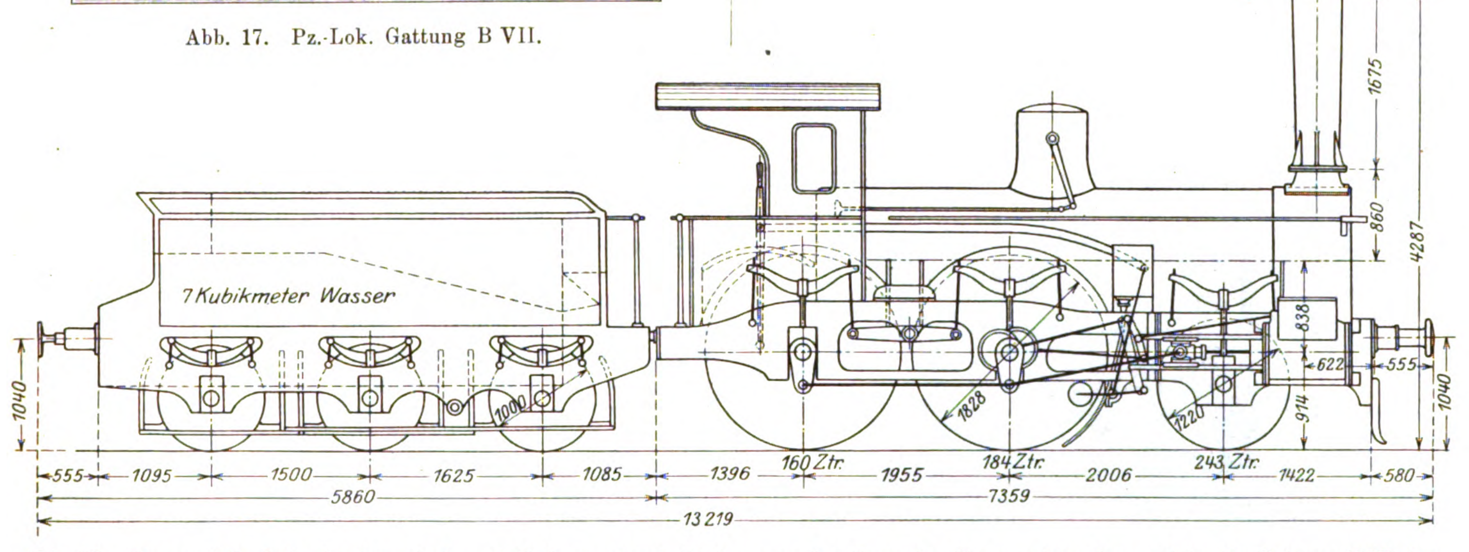



Abb. 18. Pz.- und Sz.-Lok. der bayerischen Ostbahnen, durch Umbau aus der Crampton-Type entstanden und in die Gattung B IX der Staatsbahnen eingereiht.

Da die Rauchkammer kurz war, die Zylinder dicht an die vordere Laufachse herangerückt waren, so konnte man die hohe Geschwindigkeit von 90 km/Std. zulassen. In der baulichen Ausgestaltung entsprach die Lok., die den Eindruck eines leicht beweglichen, schnellen Fahrzeugs machte, ihren Zeitgenossen, hatte also (ebenso wie B VIII), Aufsenrahmen. Die Steuerung lag innen (Stephenson), die Lok. hatte also keine Hall'schen Exzenterkurbeln mehr, sondern gewöhnliche Aufsteckkurbeln. Die Laufachstragfedern hatten Querausgleichhebel, die Unterstützung fand also in drei Punkten statt.

***) Von diesem Aufsatz werden Sonderdrucke hergestellt, die zum Preis von 1.50 Mk. zuzügl. Porto von C. W. Kreidel's Verlag, München, Trogerstrafse 56 bezogen werden können.**

Die Abmessungen der B IX waren: p 10 at, D 1860, d 406, h 610, a 4266 mm, R 1,76, H 87,7 qm, (H/R 50!), L 36 t, T 30,6 t (10,4 cbm Wasser).

In Abb. 18 ist eine Ausführung der bayerischen Ostbahnen, auf Taf. 37, Nr. 4 die der Staatsbahn dargestellt.

Ab 1876 gingen die bayerischen Ostbahnen in den Besitz des Staates über. Die Netzlänge vermehrte sich dadurch um 772 km, der Lokomotivpark erfuhr einen Zuwachs von 187 Stück.

Einer Klasse von Lok.en, die das achte Jahrzehnt des Jahrhunderts neu schuf, mufs in diesem Zeitabschnitt noch gedacht werden, nämlich der Tenderlok.en für Verschiebedienst und Lokalbahnen. Bis zum Anfang der siebziger Jahre wurde mit den Zuglok.en auch der Verschiebedienst versehen. Erst da ergab sich das Bedürfnis, für diesen Zweck besonders geeignete leichte Maschinen ohne Tender zu verwenden. Ihre Bauart entwickelte sich aus der beim Bahnbau verwendeten Bauzuglokomotive.

Nachdem sich nämlich das Hauptbahnnetz Mitte der siebziger Jahre seiner Vollendung genähert hatte, wurde in planmäfsiger Weise an die Erschliefsung des Hinterlandes der Hauptstrecken durch Sackbahnen gegangen, zunächst in der Form der Vizinalbahnen, dann (ab Anfang der achtziger Jahre) auf anderer finanzieller Grundlage, der Lokalbahnen, die unter Anschmiegung an das Gelände in billigerer Weise hergestellt wurden als die Hauptbahnen. In Bayern sind bekanntlich bis auf einige Ausnahmen alle Nebenbahnen und zwar fast ausschliefslich vollspurig, vom Staate gebaut worden.

Die Tenderlok.en der angeführten Gattung wie auch ihre unmittelbaren Nachfolgerinnen hatten, abweichend von den gleichzeitigen Hauptbahnlok.en Innenrahmen ferner zwei Treibachsen und aufsenliegende Stephensonsteuerung. Die Exzenterscheiben waren auf einer Gegenkurbel aufgesteckt. Zwischen den Rahmenwangen war der Wasserbehälter angeordnet; bei den D I (15 Stück 1871 bis 1875 von Maffei) war dieser als selbstständiger Kasten eingehängt, die von Kraufs gebauten D II und D III (zusammen zehn Stück) hatten Wasserkastenrahmen. Die D I hatte 46 qm Heizfläche und 21,5 t Dienstgewicht. Abb. 19 zeigt die Vizinalbahn-Tenderlok. D II »Bär« mit 28 qm Heizfläche und 14 t Dienstgewicht. Die eigentliche Rangier-

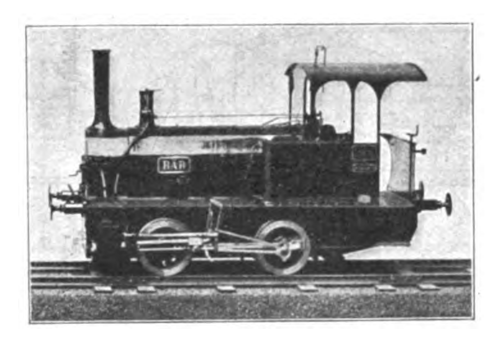



Abb. 19. Vizinalbahnlok. Gattung D II.

lokomotive wurde die anfänglich auch im Streckendienst verwendete »D IV« die von 1875 bis 1897 in einer Anzahl von 144 Stück gebaut, eine bewährte, vielverwendete Lokomotive war. Sie stellt eine vergröfserte D I dar. Ihre Hauptabmessungen sind p 10, D 985, d 330, h 508, a 2440 mm, R 1,0, H 64,6 qm, L 25,4 t, 4 cbm.

Eine gewisse Ausnahmestellung nahmen zehn DV, Tenderlok.en mit drei gekuppelten Achsen ein, die zur Verwendung im Hauptbahn güterzug dienst auf der stark steigenden Strecke Plattling—Eisenstein bestimmt waren, bald aber in den Verschiebedienst eingereiht wurden. Bemerkenswert ist, dafs sie erstmals 12 at Dampfspannung aufwiesen.

Die ersten Lok.en für die »Lokalbahnen« waren die leichten zweiachsigen D VI, 1880/83, 53 Stück, und die dreifach gekuppelten D VII Tenderlok.en (75 Stück, 1880 bis 1895). Von der D VII ab war man zum einfachen, innenliegenden Plattenrahmen übergegangen, wie bei der Gz.lok. C IV.

Abmessungen der D VII: p 12 at, D 1006, d 330, h 508, a 2900 mm, R 0,83, H 50,2 qm, L 26,2 t.

### IV. Von der Mitte der achtziger Jahre bis zur Jahrhundertwende. Die Verbundlokomotive.

Mit der zweiten Hälfte des achten Jahrzehnts haben wir eine neue Entwicklungsstufe erreicht. Der Verkehr (Güter) der in den sechziger Jahren, wie schon erwähnt, einen so aufserordentlichen Aufschwung genommen, auch nach 1870 einen Ansatz zu kräftiger Entwicklung gezeigt hatte, machte in der Folge eine ziemlich lange Periode des Stillstandes durch. Der wirtschaftliche Niedergang nach dem grofsen Wiener Krach 1873, die kriegerischen Ereignisse im Südosten Europas, die Eröffnung der Konkurrenzlinien durch den Arlberg und den St. Gotthard waren die Ursachen. Die Verkehrsziffern waren im Jahre 1885 bei einer Betriebslänge von 4350 km $7^3/_4$ Millionen t Güter, $18^1/_2$ Millionen Personen und 22,5 Millionen Nutz-km. An Lok.en waren vorhanden — seit sechs Jahren fast unverändert — 1056, auf 10 Bahnkm 2,4, mit einer durchschnittlichen Jahresleistung von je 21000 km, also geringer wie 1860. In der zweiten Hälfte der achtziger Jahre aber begann wieder ein ungemein rascher Verkehrsaufschwung, der zu einer beträchtlichen Vermehrung der Züge führte; so war das Gesamtgewicht der beförderten Frachten schon im Jahre 1892 $1^1/_2$ mal so hoch als 1884, nämlich 12 Millionen t; fast im gleichen Verhältnis hatte auch der Personenverkehr zugenommen. Zur Belebung des Reiseverkehrs trug nicht wenig die Erhöhung der Geschwindigkeit bei, die durch die Einführung der durchgehenden, selbsttätigen Bremse, der Luftdruckbremse von Westinghouse, Ende der achtziger Jahre, ermöglicht wurde. Waren bei der Bedienung durch Bremser, die anfangs auf den Wagendächern in offenen Sitzen, später in Bremshäusern oder auf den Plattformen ihren Sitz hatten, nur 60 km/Std. zulässig, so konnte man mit einer so zuverlässigen, rasch und kräftig wirkenden Einrichtung für das Anhalten die Geschwindigkeit unbedenklich bis zu 80 und 90 km/Std. steigern. Diesem Verkehrsaufschwung gegenüber, der sich natürlich auch in der Forderung nach gröfseren und leistungsfähigeren Lok.en geltend machte, reichte der vorhandene Lok.park nicht aus; auch die Ansprüche an die Geschwindigkeit und bequemes Reisen waren gestiegen und hatten natürlich auch geräumigere und schwerere Personenwagen in die Züge gebracht. Seit 1. Mai 1892 wurden zahlreiche internationale Schnellzüge mit einer Grundgeschwindigkeit von 75 km/Std. eingelegt, nachdem als erster derartiger Zug — als Vorläufer — seit 1883 der sog. »Orientexprefszug« Paris—Wien—Konstantinopel eingelegt worden war. Im Güterzugfahrplan gab es seit 1892 beschleunigte Güterzüge. Die Beförderung von Personen in Güterzügen war selbstverständlich längst zur Ausnahme geworden. So kam also in die Tätigkeit der Konstruktionsbüros der Lok.fabriken neues Leben.

Dafs im Güterzugdienst schon 1884 mit der C IV eine vergröfserte Bauart ihren Einzug gehalten, wurde bereits erwähnt. Ab 1889 mufste aber die Zahl der Güterzuglok.en noch weiter vermehrt werden. Man behielt zwar die 3/3 gekuppelte Lok. noch bei, aber es wurde bei den Neulieferungen zum erstenmal bei der bayerischen Staatseisenbahn von der Verbundwirkung Gebrauch gemacht (Taf. 37, Nr. 12). Bei ortsfesten Dampfmaschinen war die Verbundwirkung schon lange angewendet, bei Lok.en, wo die erste versuchsweise Ausführung auf der Bahn Bayonne—Biarritz in den siebziger Jahren durch Mallet vorgenommen wurde, fand sie aber erst um diese Zeit Eingang, einmal weil man sich bei den stark wechselnden Betriebsbedingungen der Lok.en nicht den gleichen wirtschaftlichen Erfolg versprach, dann aber wegen der Schwierigkeiten beim Anfahren, eine Schwierigkeit, die erst nach mannigfachen Versuchen durch besondere Anfahreinrichtungen überwunden

werden konnte, endlich weil man bei Lok.en besonders auf Einfachheit in der Bauart hielt. Es fand daher die Verbundwirkung auch keineswegs gleich allgemeine Anwendung, die nächsten Lok.en wurden vielmehr zum Teil mit Zwillings- zum Teil mit Verbundwirkung gebaut. Eine bayerische Eigentümlichkeit wurde mit der C IV ebenfalls verlassen: Der Aufsenrahmen Hallscher Bauart (Tenderlok.en waren ja schon bei ihrem ersten Auftreten mit Innenrahmen versehen worden wie oben bereits erwähnt). Die Rahmen wurden hinfort als einfache Blechplatten von 25 bis 30 mm Stärke ausgeführt und auf die innere Seite der Räder verlegt; dadurch konnte man — durch die Räder nicht behindert — bessere Querverbindungen herstellen und gegenüber den stärkeren Kräften gröfsere Widerstandsfähigkeit erzielen. Auch die bei den Hallschen Kurbeln gelegentlich aufgetretenen Brüche trugen zu dieser Wandlung bei, besondere Kurbeln sind ja bei dieser Anordnung vermieden.

Die C IV Lok. hatte auffallenderweise denselben kurzen Radstand von 3,2 m wie die C III, der Stehkessel hängt über. Die Räder sind gröfser als bei den C III Lokomotiven (1340 mm), die Geschwindigkeit ist mit 50 km/Std. ziemlich hoch angesetzt. Die Zylinder liegen wie bei C III etwas schräg. Die Steuerung, System Allan, wie bei C III, liegt innen. Die Heizfläche war nicht gröfser als bei den C III; die gröfsere Leistung wurde durch den höheren Dampfdruck und die Verbundwirkung erzielt. Der Kesseldruck war wegen der bei der Verbundwirkung möglichen stärkeren Dehnung des Dampfes auf 13 at erhöht worden. Die Anfahrvorrichtung bestand aus einem mit dem Steuerungshebel verbundenen Anfahrhahn und dem Helmholtzschen Unterbrechungsschieber, der vom Kreuzkopf der Hochdruckmaschine bewegt wurde. Wenn der Hochdruckzylinder anziehen mufste, wurde der Zutritt von Frischdampf zum Verbinder durch diesen Schieber abgesperrt, um Gegendruck zu vermeiden. Das Dienstgewicht war 40,4 t; der Raddruck also fast 7 t. Die Gattung konnte im Jahre 1897 ihre 100. Ausführung erleben. Übrige Abmessungen: D 1330, d 485/705, h 630 mm, R 1,66, H 113 qm.

Im Personenzugdienst war eine bedeutsame Neuerung, wenn auch nur als Uebergangsstufe zu betrachten, die B X Lokomotive, 14 Stück 1889 bis 91, (Tafel 37, Nr. 5.) Die bewährte Achsanordnung 1 B wollte man, nicht zuletzt, um den Umbau der Drehscheiben zu vermeiden, nicht verlassen. Da man aber bei einer schnellfahrenden Lok. und den grofsen Treibrädern mit dem festen Radstandmafs, das man als zulässig ansah, nicht auskam, führte man — zum erstenmal an einer Hauptbahnlok. — das von dem Oberingenieur v. Helmholtz bei Kraufs & Co. erfundene Drehgestell aus, das seitdem weitgehendste Verbreitung in der ganzen Welt gefunden hat. Man konnte so den durch die Gröfse der vorhandenen Drehscheiben gezogenen Grenzen des Gesamtachsstandes von Lok. und Tender noch genügen. Um keinerlei überhängende Massen zu haben, die bei Verbundwirkung wegen der grofsen Zylinder besonders schwer ausfallen, schob man Zylinder und ganzes Triebwerk nach hinten und führte die Dampfeinströmungsrohre vom Dom in einem Wulst um den Kessel. Die Maschine erhielt dadurch ein etwas eigenartiges Aussehen, um so mehr, als auch die Steuerwelle, für die unter dem noch tief liegenden grofsen Kessel kein Platz war, sich in gekrümmter Form über den Kessel legte. Bemerkenswert ist auch die höhere Kessellage. Noch eine Besonderheit hat die Lok.: Es ist die erste bayerische Hauptbahnlok. mit Heusingersteuerung, eine Steuerung, die in ihrer Entstehung auf die Anfänge des Eisenbahnwesens zurückgeht und schon in den vierziger Jahren von dem Belgier Walschaert und gleichzeitig von Heusinger v. Waldegg erfunden worden war, sich in Deutschland aber erst um die neunziger Jahre einführte und die anderen Steuerungen verdrängte. Alle folgenden Lok. der bayerischen Staatsbahn sind mit verschwindenden Ausnahmen mit Heusingersteuerung versehen.

Den Ruhm, die Erstanwendung des Helmholtz-Drehgestells und der Heusingersteuerung darzustellen, hat eine Lokalbahnlok. der Hauptbahnlok. vorweg genommen, die ein Jahr vor den ersten B X für die neu eröffnete Lokalbahn Bad Reichenhall—Berchtesgaden gelieferten leistungsfähigen D VIII Lokalbahntenderlok.en mit drei Treib- und einer Laufachse. Die Steuerung hatte dabei eine gerade Kulisse der Bauart Helmholtz. Die B X hatte, nachdem der einfache Anfahrhahn sich nicht als genügend erwies und es oftmals vorkam, dafs die Lok.en ihren Zug nicht anziehen konnten, später die verbesserte aber auch verwickeltere Lindnersche Anfahrvorrichtung mit Steuerkolben auf der N D-Schieberstange erhalten.

Abmessungen der BX: p 12 at, D 1870, d 430/610, h 610 a 5400 mm, R 1,95 qm, H 99 qm, L 44 t, T 30,6 t (12 cbm).

Hier sei eine kurze Bemerkung über die Bezeichnung der einzelnen Lok.en eingeschaltet. Bis zur B X erhielten die Lok.en Namen. Sie waren überwiegend bayerischen Flüssen, Bergen und Städten entlehnt. Eine Anzahl führte auch die Namen bedeutender Männer. Merkwürdig mutet uns für Lok.en die Entlehnung von Namen aus der griechischen, römischen und germanischen Mythologie an; die griechischen und römischen Götter und Helden waren wohl fast vollständig vertreten, insbesondere bei den Rangierlokomotiven. Klasse D II u. D III hatten Tiernamen. Die B X-Klasse führte als letzte die Namen aufserbayerischer deutscher Städte. Von der B XI ab (1892) wurden nur Nummern verwendet, die durch die Hunderterreihen die Gattung anzeigten. Die Ostbahn hatte ihre Lok. nur mit Nummern bezeichnet.

Die B X wurden abgelöst durch die B XI Lok.en, bei denen man endlich die dreiachsige Anordnung verliefs und damit den Raum zur Entfaltung gröfserer Kesselabmessungen freigab. (Abb. 20, Taf. 37, Nr. 6). Hatte man schon bei 5,4 m Achsstand ein Drehgestell anwenden müssen, so ergab sich die Notwendigkeit bei vier Achsen erst recht und man wandte sich der Bauart mit führendem seitlich verschiebbaren zweiachsigen Drehgestell zu, das nach dem

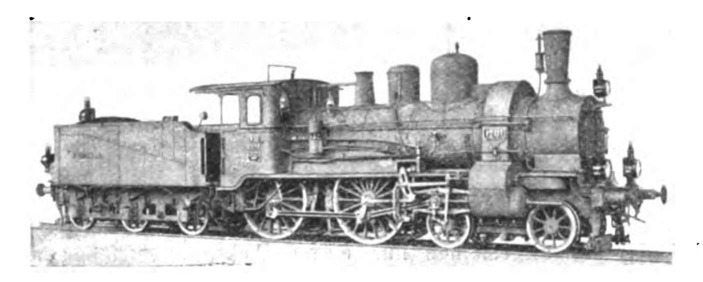


Abb. 20*). Sz.- und Pz.-Lok. Gattung BXI (Zwillingsbauart).

Stirlingschen Vorbild Rückstellung durch Gummipuffer hatte. Etwas grundsätzlich Neues war dieses Drehgestell nicht. Amerika hatte ja gleich von Anfang an Lok.en mit Drehgestellen; aber auf europäischen Bahnen waren sie doch eine Ausnahme; erst um die Wende der neunziger Jahre kamen sie zu allgemeinerer Aufnahme. — Die B XI erlebte zunächst in den Jahren 1892/93 eine Auflage von 39 Stück als Zwillingslok.; von 1894 bis 1900 wurde sie als Verbundlok., die wie die C IV das Jubiläum der 100. Ausführung feiern konnte, gebaut. Die Anfahrvorrichtung nach Mallet gestattete bei den Verbundlok.en vollständige Umschaltung der Zylinder auf Zwillingswirkung, die bei weit ausgelegter Steuerung von selbst eintrat. Die Heizfläche hatte 116 qm, die Rostfläche 2,2 qm erreicht; der Rost und die Feuerbüchse waren also verhältnismäfsig grofs. Die Feuerbüchse mufste lang und schmal ausgeführt werden, um zwischen den Rädern Platz zu haben, aufserdem mufste die untere Begrenzung schräg ausgeführt werden, damit die hintere Achse zur Erzielung genügender

*) Abb. a. d. Zeitschr. „Das Bayerland".

Belastung unter sie geschoben werden konnte. Das war aber kein Nachteil, da die schräge Rostlage für die Verbrennung gashaltiger Steinkohlen, wie es die Ruhrkohlen sind, vorteilhaft ist. Der Kesseldruck betrug bei der Zwillingsbauart 12 at, bei der Verbundlok. 13 at. Der Raddurchmesser hatte das für Schnellzuglok.en übliche Mafs von 1870 mm; der Tender war bei den Zwillingslok.en dreiachsig; bei den Verbundlok.en tritt zum erstenmal ein vierachsiger Tender, auf zwei Drehgestellen ruhend, auf, der 18 cbm Wasser und 6,5 t Brennstoff fafste und mit vollen Vorräten 43 t wog. Die Höchstgeschwindigkeit war 90 km/Std. Übrige Abmessungen: d 455/670, h 610 mm, L 50 t.

Mit der B XI war eine sehr leistungsfähige und brauchbare Schnellzuglok. geschaffen. Gegenüber der B IX war eine starke Veränderung in der Gröfse wie im Allgemeinaussehen vor sich gegangen. Der Gesamtradstand von Maschine und Tender betrug bei der B IX rund 10 m, B X rund 11 m, B XI rund 14 m, so dafs die 10 und 12 m-Drehscheiben ersetzt werden mufsten; die Oberkante des Kessels hatte eine Höhe von 3 m über Schienenoberkante (statt 2,6 bei B IX) erreicht. War das zulässige Zuggewicht bei 70 km Grundgeschwindigkeit bei der B IX 150 t gewesen, so konnte es bei der B XI Zw. auf 220 und B XI Verb. sogar auf 245 t gesteigert werden, auf der Wagrechten und auf mäfsigen Steigungen.

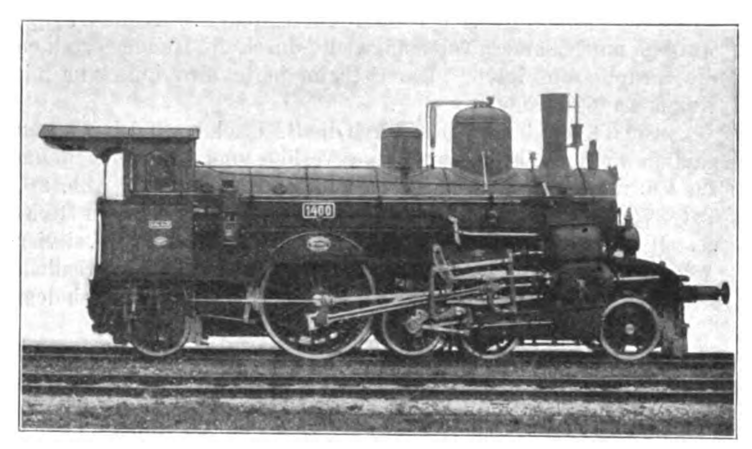


Abb. 21. Sz.-Lok. Gattung A A I mit Vorspannachse.

Erwähnt möge eine in die Gattung B XI einschlägige Versuchsausführung der Lok.fabrik Kraufs & Co. werden, bei der im allgemeinen nur e i n e Achse angetrieben war, während zwischen dieser und dem Drehgestell sich eine von einer Hilfsmaschine angetriebene, heb- und senkbare »Vorspannachse« befand (Abb. 21). Es ist das letzte Aufleben der Lok. mit freier Treibachse. Der Grundgedanke der Bauart war zwar richtig und führte zu einer Kohlenersparnis, das Verwendungsgebiet der Lok. war jedoch zu beschränkt, weshalb sie später anlässlich eines Unfalles in eine 2 B Heifsdampf-Zwillingslok. umgebaut wurde. Neuerdings aber findet bekanntlich die Zusatz- oder Hilfsmaschine in Amerika an mitlaufender Schleppachse (»Booster«) zunehmende Verbreitung.

Das zu Ende gehende Jahrhundert brachte in rascher Folge noch weitere Neuerscheinungen. Der B XI schlofs sich unmittelbar eine ihr an Leistung nahekommende für den Nahverkehr und für den ständig steigenden Ausflugverkehr viel verwendete 2/5 gekuppelte Tenderlok. der Lok.fabrik Kraufs, Gattung D XII, an, die einer wenig leistungsfähigen Bauart, der D IX folgte und es in den Jahren 1897 bis 1904 auf beinahe ein volles 100 Ausführungen brachte (Taf. 37, Nr. 7); vordere Laufachse und erste Kuppelachse sind zu einem Helmholtz-Drehgestell vereinigt, unter dem Führerstand mit den Kohlenvorräten liegt ein zweiachsiges seitlich verschiebbares Drehgestell, so dafs für Vorwärts- und Rückwärtsfahrt gleichgute Führung gewährleistet war und eine Geschwindigkeit von 90 km/Std. zugelassen werden konnte; der Wasservorrat von 9 cbm gestattete unter mittleren Verhältnissen Fahrten bis zu 75 km. Abmessungen der D XII: D 1640, d 450, h 560 mm, R 2,0, H 105 qm, L 69 t.

Auf dem Gebiet des Güterzugdienstes erschien der Vierkuppler. Ganz allmählich erst machte man sich an die Heranziehung weiterer Achsen zum Antrieb heran; vor allem wegen der Befürchtung von Schwierigkeiten im Bogenlauf. Ein so zwingender Anlafs wie in Österreich, wo bei der gebirgigen Natur eines grofsen Teiles des Landes und dem schwachen Oberbau die 4/4 gekuppelte Lok. schon 1855 als erste in Europa ihren Einzug gehalten hatte, war ja in Bayern nicht gegeben. Aber jetzt war ihre Einführung höchste Zeit. Es wurde, da man im Kraufs-Helmholtz-Drehgestell eine vorzügliche Lösung für die Anordnung einer führenden Laufachse erhalten hatte, nicht eine 4/4, sondern gleich eine 4/5 gekuppelte Lok., die E I beschafft, mit den bei den preufsischen Bahnen versuchsweise in Dienst genommenen Lok.en die ersten Lok.en dieser Bauart in Deutschland (Taf. 37, Nr. 13). Bei den ersten zwölf Lok.en waren die Zylinder merkwürdiger Weise weit nach vorn überhängend angeordnet, und es war die erste Achse angetrieben, so dafs die Treibstange aufserordentlich kurz ausfiel, bei den späteren, 1899 bis 1901 gelieferten Lok.en waren die Zylinder hinter der Laufachse mit Antrieb der dritten Kuppelachse angeordnet. Bei den ersteren mufste, da die erste Achse Treibachse war, das Deichselende mit der zweiten gekuppelten Achse verbunden werden. — Die E I war wieder Zwillingslok. Einige E I waren versuchsweise mit Verbund-Doppelzylindern der Bauart Sondermann ausgerüstet, die aber bald durch normale Zylinder ersetzt wurden. Die Abb. 22 stellt diese Sonderausführung dar. Das Gewicht war gegenüber der C IV von 42 auf 65 t gestiegen, die Heizfläche machte den gewaltigen Sprung von 112 auf 160 qm. Damit konnte man natürlich ganz andere Lasten schleppen; sie betrugen bei einem Streckenwiderstand von $11^0/_{00}$ über 500 t (Grundgeschwindigkeit 35 km/Std.) gegen 350 t bei der C IV Verbundlok. Übrige Abmessungen der E I: D 1170, d 540, h 560 mm, R 2,4 qm, T 32 und 45 t.

Die Malletbauart, mit einem Treib-Drehgestell und vier Zylindern sei nur kurz erwähnt, da hiervon nur eine Ausführung für Hauptbahnen bestanden hat, die zur Ausstellung in Nürnberg 1896 geschickt worden war. Bei Lokalbahnlok.en hat die Malletbauart gröfsere Anwendung gefunden, weil wegen der vielen engen Krümmungen hier eine Gelenkigkeit der Achsanordnung bei vier Treibachsen notwendig erschien. Solche Lokalbahnlok.en, BB II, wurden 1899 bis 1908 31 beschafft (Abb. 23).

Die gestiegenen Wagengewichte, sowohl bei den Güterwagen wie bei den Personenwagen, und der stärkere Wagenumschlag in den Rangierbahnhöfen liefsen auch die zweiachsige Rangierlokomotive als zu schwach erscheinen und so wurden von 1898 ab dreiachsige Lokomotiven beschafft mit einer Heiz-

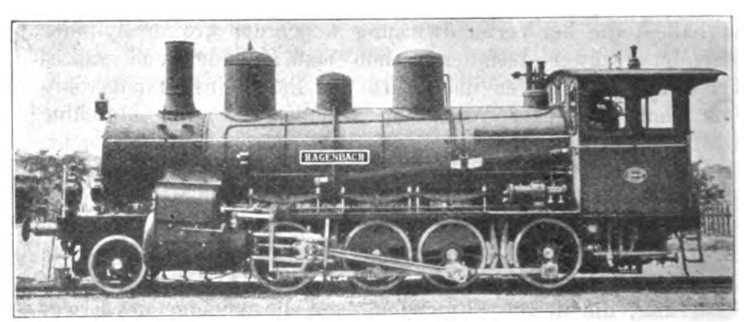


Abb. 22.
Gz.-Lok. Gattung E I mit Verbund-Doppelzylindern, Bauart Sondermann. „Hagenbach" war ein für die Pfalzbahn bestimmtes Stück.

fläche von 90 qm und einem Dienst(Reibungs)gewicht von 45 t, Gattung D II (diese Bezeichnung lebte wieder auf, weil die ältere D II erloschen war), später als R 3/3 bezeichnet, (letzte Beschaffung 1903).

Eine wichtige Weiterentwicklung in anderer Richtung war die Vierzylinderlok. mit nebeneinander liegenden Zylindern und die mit ihr erscheinende 3/5 und 2/5-gekuppelte Bauart.

Der zunehmende Reiseverkehr, das Aufkommen der drei- und vierachsigen D-Zugwagen liefs die B XI bald als zu schwach erscheinen, es mufsten, wie seinerzeit am Schlufs der B IX-Ära, in unwirtschaftlicher Weise Vorspannlok.en beigegeben werden. Die B XI war sowohl nach der Kesselleistung wie nach der Adhäsion an der Grenze ihrer Leistung angelangt. Hatte man am Anfang des Eisenbahnwesens sogar den Güterverkehr mit zweifach gekuppelten Lok.en bewältigt, so reichten

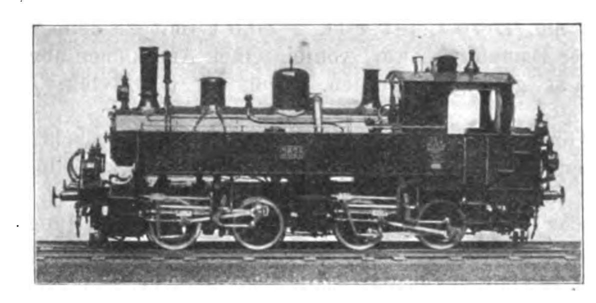


Abb. 23. Lokalbahnlok. Gattung B B II. (Mallet-Bauart).

solche Lok.en jetzt nicht einmal mehr für den Personenzugdienst aus, man mufste bei dem hügeligen Gelände des bayerischen Netzes drei Achsen zu gemeinsamem Antrieb zusammenspannen. Das zweiachsige Drehgestell aber mit seinen für schnellfahrende Lok.en so wertvollen Eigenschaften behielt man bei. Bayern folgte damit dem Beispiel Badens, das schon 1894 für die Schwarzwaldbahn solche Lok.en beschafft hatte. In Bayern wurde die erste Vierzylinderlok., die C V Nr. 2301, aus der Bayerischen Landesausstellung Nürnberg 1896 angekauft; diese Erstlingsausführung, als Universalmaschine für Pz und Gz gedacht, und darum mit kleineren Treibrädern von nur 1640 mm Durchmesser ausgestattet, blieb aber zunächst noch einige Jahre vereinzelt. — Die Verteilung der Triebkraft auf vier Zylinder gab für Verbundlokomotiven den Vorteil leichteren und rascheren Anfahrens, gleichmäfsigere Kräfte während einer Umdrehung, Vermeidung übermäfsig grofser Kräfte in einem Triebwerk, endlich einen guten Massenausgleich.

Die C V waren dabei, wie die badischen Lok.en, nach der Bauart »de Glehn« gebaut, mit Zweiachsenantrieb, die innen vorn liegenden H D Zylinder trieben die erste, die aufsen und weiter zurück liegenden N D-Dampfzylinder die zweite Kuppelachse an. Jeder der vier Zylinder hatte seine eigene getrennte Steuerung, so dafs der Konstrukteur bei H D und N D die Füllung verschieden gestalten konnte. Die Gattung C V brachte es auf 42 Stück. Der Treibraddurchmesser wurde gegenüber der ersten Ausführung auf 1870 mm erhöht. Diese Lokomotive hatte einen wieder um 2 m gröfseren Achsstand (16 m), die Heizfläche war 153 qm, das Dienstgewicht 56 t; die beförderte Zuglast bei 70 km/Std. Grundgeschwindigkeit war 270 t. Übrige Mafse: d 380/610, h 640 mm, R 2,7 qm.

Endlich erschien zu gleicher Zeit noch eine neue Güterzuglok. Es hatte sich das Bedürfnis herausgebildet, für Flachlandgüterzüge eine Lok. mit geringerer Zugkraft, aber etwas höherer Geschwindigkeit, und mit leistungsfähigem Kessel für andauernde Beanspruchung zu haben, die auch für Personenzüge an den Sonn- und Feiertagen im Ausflugverkehr einspringen konnte; das war die C VI, eine Lok. mit nur drei gekuppelten Achsen, die vordere mit der Laufachse zu einem Helmholtzgestell verbunden, und Verbundwirkung. Von 1899 bis 1909 sind 120 Stück beschafft worden, die Lok. wird in modernisierter Form noch gebaut als Heifsdampfzwillingslok. (»G 3/4«).

Abmessungen der C VI: p 13 at, D 1340, d 500/740, h 630 mm, R 2,25 qm, H 133 qm, L 55 t.

Damit haben wir die Schwelle zur Neuzeit überschritten.

Noch bis in die jüngste Zeit waren die Lok.en des dritten Abschnittes ein Hauptbestandteil des Lok.parks, wenn auch z. T. in nachgeordnete Dienste zurückgedrängt. Der gebieterische Ruf der Gegenwart nach gröfserer Wirtschaftlichkeit und nach gröfserer Leistung beschleunigt ihr Ende. Mit wenigen Ausnahmen sind die Lok.en älterer Bauart, ja sogar Gattungen des neuen Jahrhunderts, soweit sie Nafsdampflok.en sind, zur Ausmusterung aufgerufen, und bei dem raschen Schritt der Gegenwart werden sie bald verschwunden sein.

Über die Lok.en des letzten Abschnittes sei im folgenden nur ein kurzer Überblick gegeben.

**Hauptmafse der neueren Lokomotiven.**

| Tafel 37 Nr. | Gattung | Erstes Beschaffungsjahr | | Kesseldruck at | Treibraddurchmesser mm | Zylinderdurchmesser mm | Kolbenhub mm | Rostfläche qm | Heizfläche qm | Gewicht Lok. t | Gewicht Tender t |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | Schnellz.lok. S 3/5 | 1908 *) | Vierzyl.-Heifsd.-Verb. | 16 | 1870 | 360/590 | 640 | 3,2 | 197 | 72 | 50 |
| — | Schnellz.lok. S 3/6 | 1908 | Vierzyl.-Heifsd.-Verb. | 15 | 1870 | 425/650 | 610/670 | 4,5 | 270 | 90 | 56 |
| — | Persz.lok. 3/5 | 1920 *) | Vierzyl.-Heifsd.-Verb. | 15 | 1640 | 360/590 | 640 | 2,8 | 176 | 72 | 46 |
| — | Leicht,Persz.tenderlok. Pt 2/3 | 1909 | Zwilling-Heifsd. | 12 | 1250 | 375 | 500 | 1,22 | 76,5 | 39 | — |
| 15 | Güterz.lok. G 4/5 | 1915 | Vierzyl.-Heifsd.-Verb. | 16 | 1300 | 400/620 | 610/640 | 3,3 | 240 | 76 | 46 |
| — | Güterz.lok. G 3/4 | 1919 | Zwilling-Heifsd. | 13 | 1350 | 520 | 630 | 2,7 | 167 | 60 | 43 |
| — | Güterz.tenderlok. Gt 2 × 4/4 | 1913 | Vierzyl.-Heifsd.-Verb. Mallet Bauart | 15 | 1216 | 520/800 | 640 | 4,25 | 285 | 123 | — |
| 18 | Rangierlok. R 4/4 | 1918 | Zwilling-Nafsd. | 12 | 1216 | 530 | 650 | 2,0 | 125 | 67 | — |
| 20 | Lokalb.lok. Gt L 4/4 | 1911 | Zwilling-Heifsd. | 12 | 1160 | 460 | 508 | 1,3 | 80 | 43 | — |

*) 1905 erstmals als Nafsdampflok. ausgeführt.

## V. Die Neuzeit.

Die immer stürmischer werdende Verkehrsentwicklung des angebrochenen neuen Jahrhunderts verlangte weitere Leistungserhöhung der Lok.en. So mufste denn bald die C V den S 2/5 und S 3/5 für den Schnellzug-, P 3/5*) für den Personenzug-

*) Wegen der Bezeichnung vergl. Fufsnote S. 500 im vorigen Heft.

dienst weichen. Es sind dies Lok.en mit zwei bzw. drei gekuppelten Achsen und einem zweiachsigen Drehgestell. Die zweifach gekuppelten Lok.en aus dem Jahre 1904 wurden nur in einer Zahl von zwölf Stück (einschliefslich der zwei amerikanischen Muster, s. u.) beschafft, sie waren mit ihren 2 Meter-Rädern ausgesprochene Schnellzuglok.en (Abb. 30). — Aber auch für diesen Dienst waren zweifach gekuppelte Lok.en bald vollständig unmöglich und es wurde daher nach einem nochmaligen Versuch mit der zur Nürnberger Ausstellung 1906 geschickten S 2/6 Lok. Nr. 3201 mit Treibrädern von 2200 mm und einem zweiachsigen Drehgestell vorn und hinten (Abb. 24), nur noch die Gattung S 3/5 fortgebaut. Diese, ab Lok. Nr. 3301, erreichte im letzten Jahre ihrer Lieferung (1911) die Zahl 69 *), wovon 38 Stück Nafsdampflok.en waren. Die erwähnte S 2/6 ist dadurch bemerkenswert, dafs sie bei einer Probefahrt zwischen München und Augsburg im Juli 1907 die höchste von einer Dampflok. je erreichte Fahrgeschwindigkeit von 154 km/Std. erreichte, bei einer Durchschnittsfahrgeschwindigkeit von 130 km/Std. Die

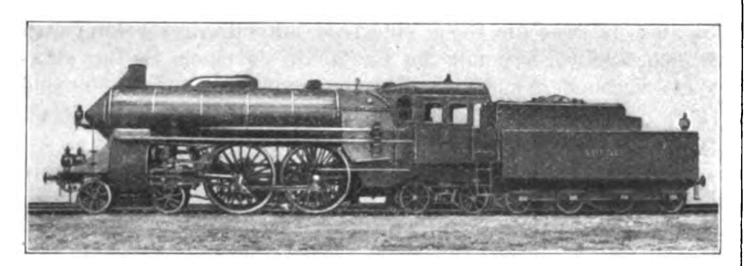


Abb. 24. Sz.-Lok. Gattung S 2/6.

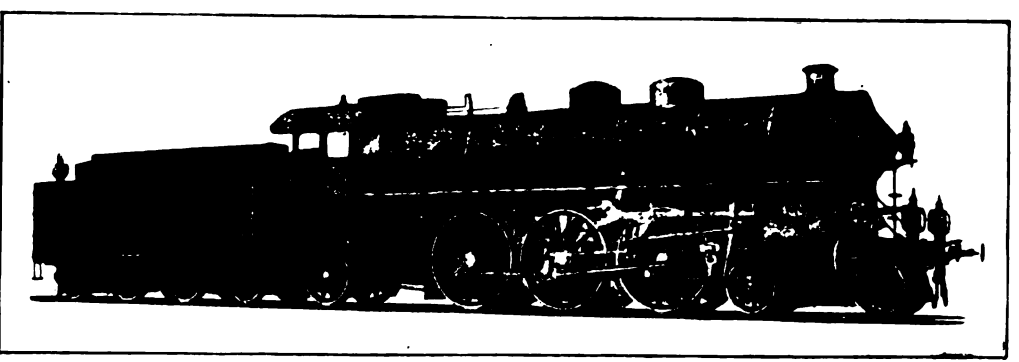


Abb. 25. Schnellzuglokomotive Gattung S 3/6.

Lok. lief dabei vollständig ruhig, der Bahnoberbau zeigte keinerlei nachteilige Einwirkungen. — Auch diese soeben behandelten Lok.en sind, wie einst die Lok.en der fünfziger und sechziger Jahre von Hall, eine bayerische Neuschöpfung von besonderer Eigenart. Wurde hier doch zum erstenmal in Europa der Barrenrahmen ausgeführt, den man an vier aus Amerika von den Baldwinwerken bezogenen Musterlok.en, zwei 4/5 Gz- und zwei 2/5 Sz-Lok.en, beide Gattungen mit Vauclain-Verbundzylindern, als zweckmäfsig und vorteilhaft erkannt hatte. Er verleiht im Verein mit der hohen Kessellage durch seinen offenen, das innere Triebwerk dem Blick und dem Zugang freigebenden Bau der Lok. ein harmonisches und feingegliedertes, graziöses Aussehen, das ästhetischen Ansprüchen in hohem Mafse genügt und den bayerischen Lok.en in weitesten Kreisen die Anerkennung für ihre schönen Formen eingetragen hat. Hinsichtlich der Kessellage hatte man die alte Ansicht, dafs der Kessel und damit der Schwerpunkt der Lok. möglichst tief liegen müsse — was dem alten Lok.bau ebensolche Fesseln anlegte wie die Anschauung bezüglich des kurzen Radstandes — als Vorurteil erkannt. Man erblickt jetzt in der hohen Kessellage, die dem Konstrukteur den Entwurf ja sehr erleichtert, nicht nur keine Gefahr, sondern hat auch Vorteile für die Beanspruchung der Federn und des Oberbaues darin erkannt. — Die vier Zylinder liegen bei den in Rede stehenden Lok.en in einer Querschnittsebene, HD innen, ND aufsen, wodurch in Verbindung mit dem Barrenrahmen eine ungemein feste Querverbindung geschaffen war, und arbeiten sämtlich auf die erste Kuppelachse, so dafs sich die Massenkräfte an dieser Achse unmittelbar ausgleichen. Auch bei allen folgenden Vierzylinderlok.en ist der Einachsenantrieb beibehalten worden. Die zwei Kolbenschieber je einer Maschinenseite werden durch eine gemeinsame Heusingersteuerung unter Verwendung wagrechter Übertragungswellen bewegt. Die wichtigsten Mafse sind (für die S 3/5 Nafsdampfmaschine);

p 16 at, D 1870, d 340/570, h 640, a 8880 mm, R 3,3, H 205 qm, L 70 t, (47,4 t), T 50,0 t (mit 22 cbm Wasser.)

Der Dampfdruck war, von einzelnen Ausnahmen abgesehen, auf 16 at gesteigert worden. Abb. der S 3/5-lok. Taf. 37, Nr. 9.

Während die S 3/5 für den Sz-Verkehr gedacht waren, sollte eine etwas schwächere, in den Grundzügen jedoch vollständig übereinstimmende Lok. mit 165 qm Heizfläche, 2,6 qm Rostfläche und 1640 mm grofsen Treibrädern, die Gattung P 3/5, beschafft 1905/07 von Nr. 3801 ab, dem Personenzugverkehr, insbesondere in ungünstigem Gelände, dienen.

Eine wichtige technische Neuerung, die in der äufseren Erscheinung weniger hervortritt, hat seit 1906 in Bayern ihren Einzug gehalten, nachdem Preufsen bahnbrechend für die ganze Welt hier vorangegangen war, nämlich die Anwendung überhitzten Dampfes, wodurch Einsparungen an Dampf von etwa 30 $^0/_0$, an Kohlen von etwa 20 $^0/_0$ erzielt und die Lokomotiven bei gleichem Gewicht erheblich leistungsfähiger gebaut werden können. Die späteren Lieferungen der erwähnten S-Gattungen sind daher durchweg mit Überhitzer ausgerüstet.

Das Endprodukt der Entwicklungsreihe der Schnellzuglok. ist die S 3/6 Vierzylinder-Heifsdampf-Verbundlok., Nr. 3601 u. f. (Abb. 25), erstmals gebaut zur Münchner Ausstellung 1908. Sie entwickelt mit ihren 268 qm Heizfläche und 4,5 qm Rostfläche bei voller Leistung über 2000 PS und zieht auf einer Steigung von 1 : 200 einen D-Zug aus 12 bis 13 vierachsigen Wagen im Gewicht von 500 t noch mit einer Geschwindigkeit von 95 km/Std.

Infolge des breiten, ganz auf den Rahmen gestellten Feuerkastens mufsten die Barrenenden durch den Aschenkasten hindurchgeführt werden. Achtzehn Lok.en dieser Gattung erhielten Treibräder von 2000 mm Durchmesser und entsprechend vergröfserten Kolbenhub von 670 mm, während die übrigen nur 1870 mm grofse Treibräder bei 610 mm Kolbenhub haben. Die erwähnte Sondergruppe hat auch Tender mit gröfserem Wasservorrat, 32 cbm gegen 26. Endlich ist von den Tendern (abgesehen von der 1. Lieferung) noch bemerkenswert, dafs die beiden hinteren Achsen fest im Rahmen liegen, also nur ein Drehgestell ausgeführt ist, wodurch ein ruhigerer Lauf erzielt wird.

Im Güterzugdienst wurde nach Ausführung einiger, der E I in vergröfserter Auflage entsprechender Nafsdampflok.en (1905) die 4/5 und 5/5 gekuppelte Lok. in neuzeitlicher Form geschaffen, letztere 1911 ab Nr. 5801, erstere 1915 ab Nr. 5501, einem während des Krieges aufgetretenen dringenden Bedürfnis entsprechend. Beide Lok.en haben Barrenrahmen und vier

*) Infolge der Abgaben an den Feindbund hat sich der Bestand an Lok. einiger neuerer Gattungen gegenüber den Beschaffungszahlen abgemindert.

auf eine Achse arbeitende, nebeneinander liegende Zylinder in Verbundanordnung. Jede Lok.seite wird von nur einem Kolbenschieber gesteuert. Die Kessel stimmen in ihren Abmessungen nahezu überein, sie sind selbstverständlich mit Überhitzern ausgestattet. Der breite Feuerkasten liegt auf dem Rahmen, so dafs sich eine Höhenlage der Kesselmittellinie von 2815 mm ergibt. Die Laufachse der 4/5 gekuppelten Bauart ist als Adamsachse ausgeführt. Selbstverständlich sind die Kuppelachsen zum Teil seitlich verschiebbar gelagert (Taf. 37, Nr. 15).

Auch für die 3/4 gekuppelte Lok. gab es eine Auferstehung in neuer Form. Zehn Jahre nachdem die Nafsdampfform zum letztenmal beschafft wurde, im Jahre 1919, entstand die 3/4 gekuppelte Heifsdampflok. als Zwillingslok. mit Plattenrahmen ausgeführt (G 3/4 Nummerreihe 7001, Taf. 37, Nr. 14).

Der Neubau der P 3/5 Lok. als Vierzylinder-Heifsdampf-Lok. 1921 fällt bereits in die Zeit nach dem Übergang der bayerischen Staatseisenbahnen an das Reich.

Die Güterzugtenderlok. wurde 1913 in einer Form ausgeführt, dafs sie als die stärkste derartige Lok. Europas betrachtet werden konnte (ab Nr. 5751). Es ist dies die in Malletbauart ausgeführte Lok. der Gattung Gt 2 × 4/4 mit vier im Hauptrahmen und vier im Drehgestell gelagerten Treibachsen (Abb. 26). Ihre Heizfläche von 285 qm und der Rost

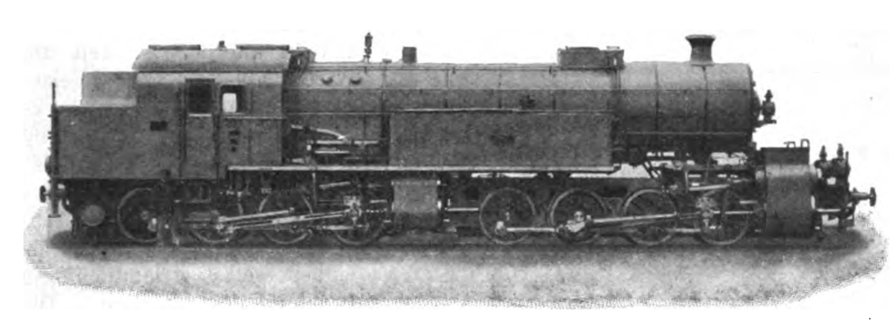


Abb. 26*). Gz.-Tenderlok. Gattung Gt 2 × 4/4.

von $4^1/_4$ qm befähigen sie, auf den 1 : 40 geneigten Steilrampen zwischen Rothenkirchen und Probstzella über den Thüringerwald 540 t bei 18 km/Std. Fahrgeschwindigkeit zu befördern. Um Züge von 1200 t, die aus dem Flachland am Fufs dieser Steigungen ankommen, mit nur zwei solcher Lok.en an der Spitze und am Schlufs des Zuges zu befördern, werden die jüngst zum Umbau in Auftrag gegebenen Lok. mit vergröfsertem Überhitzer, Speisewasservorwärmern und gröfseren Zylindern ausgestattet. Sämtliche vorbeschriebenen neuzeitlichen Lok.en sind aus der Lok.fabrik Maffei hervorgegangen.

Die Personenzugtenderlok. fand in der von Kraufs gebauten Zwillings-Heifsdampflok. Pt 2/3 (1909 bis 1916, 97 Stück) mit zwei hinten dicht beisammenliegenden Kuppelachsen und weit vorgeschobener fester Laufachse eine sparsame und für den leichten Personenzugdienst viel verwendete Vertreterin. Eine stärkere für den Ausflugverkehr geeignete Hauptbahnpersonenzuglok. war die Zwillings-Heifsdampflok. Pt 3/6, ebenfalls von Kraufs, eine nach dem Muster einer älteren Pfalzbahnlok. gebaute Type. Die hintere Kuppelachse ist nach dem Vorschlag v. Helmholtz' seitlich elastisch verschiebbar, womit eine für beide Fahrtrichtungen bis zu etwa 70 km/Std. Höchstgeschwindigkeit gut geeignete, sehr billige Achsanordnung geschaffen wurde.

Auch die Lokalbahn- und Verschiebelok.en haben noch Fortbildung erfahren. Auf die bis 1895 gebauten 3/3 gekuppelten D VII Lokalbahnlok. (Taf. 37, Nr. 20) folgte die sehr gut bewährte 3/4 gekuppelte Gattung D XI. Sie wurde 17 Jahre hindurch gebaut und brachte es auf 147 Stück. Die unter dem Führerstand liegende Laufachse war mit der letzten Kuppelachse zu einem Kraufs-Helmholtzgestell vereinigt. Abmessungen D VII: D 1006, R 0,83, H 50, L. 27; D XI: D 1006, R 1,3, H 67, L 39 t.

Anfang des Jahrhunderts wurde versucht, auf Lokalbahnen zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse den Personen- und Güterverkehr zu trennen; es wurden für ersteren sog. »leichte Lok.en« für einmännige Bedienung, daher mit Kohlenfülltrichter vor der Feuerung, beschafft. Gattung Pt L 2/2, Abb. 27. Der Forderung, höhere Geschwindigkeiten mit der 2-Achsenanordnung zu erreichen, suchte man durch verschiedene Ausführungsformen zu genügen. Abb. 27 stellt die für die Werkstätte etwas zu verwickelte Bauart Maffei mit zwei gegenläufigen Kolben im gleichen Zylinder dar.

Die gleiche Bauart mit vier Triebwerken und Schüttfeuerung, jedoch mit wechselnden Kesselbauformen wurde auch bei Dampftriebwagen, die um die gleiche Zeit versuchsweise eingeführt wurden, angewendet. Der Versuch war nicht günstig. Einen Vorläufer hatten diese Versuche in einem zweistöckigen Dampfmotorwagen, der schon anfangs der achtziger Jahre für die Strecke Bamberg—Lichtenfels von Kraufs beschafft wurde.

Für Güterzüge auf Lokalbahnen und für Lokalbahnen mit starken Steigungen wurden vierfach gekuppelte Gt L 4/4 (1911) gebaut mit seitlich verschiebbaren Achsen, Taf. 37, Nr. 21. Im Verschiebedienst fand die vierfach gekuppelte, leistungsfähige Verschiebelok. R 4/4 (1918/19) Eingang. Diese Tenderlok.en wurden überwiegend von Kraufs geliefert.

Mit diesen Maschinen wird der Verkehr der Gegenwart bewältigt.

Bei einer Länge des Netzes (einschliefslich des pfälzischen, das mit seinen Lok.en 1909 erst hinzugekommen war) von rund 8200 km wurden im Jahre 1913 77 Millionen Zugkm geleistet, fast 102 Millionen Personen befördert; 93,5 Millionen Tonnen war (ohne den Dienstgutverkehr) die beförderte Gütermenge. Das waren bei ungefähr sechsmal so grofsem Netz die 25-fache Personen-




Abb. 27*). Lokalbahnlok. Gattung Pt L 2/2.

zahl, die 14-fache Tonnenzahl wie 1860 und gegen 1885 bei nicht ganz der doppelten Netzlänge (darunter jetzt viele Lokalbahnen) die fünf- und sechsfachen Zahlen für Personen- und Güterverkehr. Diesen Verkehrszahlen stand ein Lok.park von 2462 Stück gegenüber, so dafs sich als Durchschnittsleistung einer Lokomotive 32166 km/Jahr ergibt (vergl. die bildliche Darstellung Abb. 28).

---

In welcher Weise sich die Lok.en in den rund 75 Jahren des Bestehens der bayerischen Staatseisenbahnen veränderten, zeigt in übersichtlicher Darstellung an der Personenzuglok. als Beispiel die Abb. 29. Seit den Zeiten der B VI hatte sich das Lok.gewicht verdreifacht; die Achsenzahl, damals in ängstlichem Festhalten nicht über drei hinausgehend, war bei

*) Abb. 26 und 27 nach Bildstöcken der Lokomotivfabrik J. A. Maffei.

der Sz-Lok. auf sieben, bei der Gz-Lok. auf fünf, bei Malletbauart auf acht gestiegen. Bis zum äufsersten Rande wird mit leistunggebendem Querschnitt die in früheren Zeiten festgelegte Umgrenzungslinie ausgefüllt. Die Kesselscheitellinie, freigemacht von der beengenden Vorstellung tiefer Schwerpunktslage, erreicht bei der S 3/6-Lok. die Höhe von 3,80 m bei $4^1/_2$ m Kaminhöhe. Die Zutaten: Dom, Sandkasten, Kamin müssen sich mit dem geringen Raum begnügen, der übrig bleibt. Nur so war es möglich, die Heizfläche gegenüber der B VI ebenso wie das Gewicht auf das Dreifache, gegenüber der A I auf das Sechsfache zu steigern. Die Leistung ist aber dank der Fortschritte, die die Ausnützung der in der Kohle gegebenen Wärme machte, in ungleich stärkerem Verhältnis gestiegen. Erhöhung des Dampfdrucks auf Drücke, die man in den ersten Zeiten als undenkbar erklären mufste, Verbundwirkung, Überhitzung und in allerjüngster Zeit die Wiederaufnahme der Speisewasservorwärmung haben es ermöglicht, dafs die Leistung der S 3/6 das $4^1/_2$ fache der B VI und das 15 fache der A I beträgt. Dabei ist der Kohlenverbrauch für die Leistungseinheit selbstverständlich ein Bruchteil des damaligen. Die Zugkraft ist bei drei gekuppelten Achsen, wobei der Achsdruck mehr wie doppelt so grofs ist, auf das Neunfache der ursprünglichen gestiegen.

| | 1860 | 1885 | 1892 | 1913 |
|---|---|---|---|---|
| Betriebslänge des bayer. Staatsbahnnetzes | 1160 Km + 380 " Ostb. | 4400 Km | 4900 Km | 8250 Km. |
| Zahl der Lokomotiven | 209 (ohne Ostbahn) | 1056 | 1238 | 2445 |
| Zugkilometer | 5 Mill. | 22,5 Mill. | 35 Mill. | 77 Mill. |
| Jährl. Zugkm. pro Lok. | 24000 | 21300 | 28000 | 31500 |
| Lokomotiven auf 10 Netzkm. | 1,8 | 2,4 | 2,5 | 3,0 |
| Beförderte Personen. | 4½ Mill. | 18½ Mill. | 26½ Mill. | 102 Mill. |
| Beförderte Güter. | 1 Mill. t. | 7¾ Mill. t. | 12 Mill. t. | 93½ Mill. t. |

Abb. 28. Entwicklung der bayerischen Staatseisenbahnen.

Schnell- u. Personenzug-Lokomotiven.

| | A I | B VI | B XI Zweizylinder-Verbund. | S 3/6 Vierzylinder-Heißdampf-Verbund. |
|---|---|---|---|---|
| beschafft: | 1844/45 | 1863–1872. | 1895–1900. | 1908– |
| Skizzen im gleichen Maßstab. | 6 Atm. | 10 Atm. | 13 Atm. | 15 Atm., mit Speisewasservorwärmer. |
| Dienstgewicht mit Tender (Tonnen) | 17,2 ca 15 | 30 27 | 50 43 | 90 64 |
| Rost- u. Heizfläche qm. | 0,76 46 | 1,5 94 | 2,2 116 | 4,5 218 Überhitzer 50 |
| Höchste Leistung in Ps am Triebradumfang | 160 | 500 | 800 | 2400 |
| Höchste Dauerzugkraft am Triebradumfang. | ca 1000 Kg. | 3000 Kg. | 4000 Kg. | 9000 Kg. |
| Reibungsgewicht. | 6,8 t. | 24 t. | 28 t. | 48 t. |
| Höchste Geschwindigkeit. | ca 60 Km. | 75 Km. | 90 Km. | 120 Km. |

Abb 29. Entwicklung der Lokomotiven.
Bemerkung: Die Leistung ist bei der B XI und S 3/6-Lok. um 10 bis 15% zu hoch angesetzt.

Nicht in so scharfen Gegensätzen steht die Fahrgeschwindigkeit. Die Gz.geschwindigkeit hat nur wenig zugenommen, erst vom heurigen Jahre ab ist dank der Einführung der durchgehenden selbsttätigen Bremse eine stärkere Steigerung zu verzeichnen. Die Reisegeschwindigkeit hat allerdings infolge des aufenthaltlosen Durchfahrens langer Strecken eine beträchtliche Förderung erfahren. Dafs es nicht an Ansätzen gefehlt hat, die Fahrgeschwindigkeit im Schnellverkehr wesentlich zu erhöhen, haben wir gesehen. Die Wirtschaftlichkeit steckt hierin jedoch eine niedrigere Grenze als die Technik.

Gigantisch nimmt sich die S 3/6-Lok. gegenüber der A I aus. — Bedeutet sie aber die Grenze? Marggraf bezeichnet in seiner Festschrift

zum 50jährigen Bestehen der bayerischen Staatseisenbahnen 1894 die B X und B XI als Maschinen »mit mächtigen Kesseln«, die E I als »Riesenmaschinen«, und wie nehmen sich diese Lok.en gegenüber den S 3/6 und G 5/5 jetzt aus? Gerade in der Gegenwart schreitet die Technik mit Riesenschritten und es wäre voreilig, ein Ende, ja selbst einen längeren Stillstand in der Entwicklung der Dampflok. annehmen zu wollen.

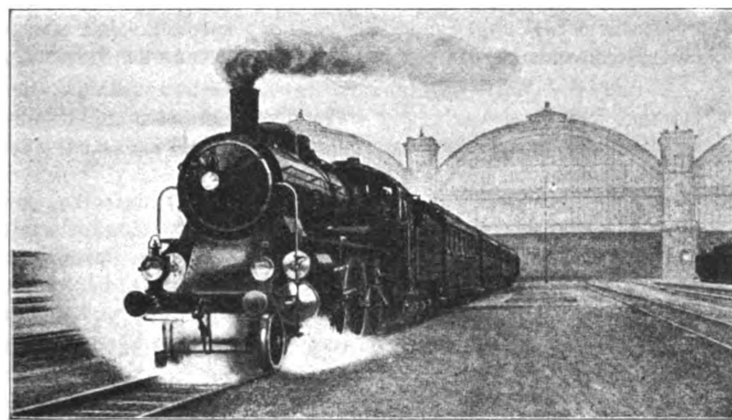


Abb. 30.
Expreſszug mit S 2/5 Lok. die Münchner Bahnhofhalle verlassend.

Am 1. April 1920 hat die unabhängige und selbständige Entwicklung der bayerischen Lok.en mit dem Übergang der bayerischen Bahnen an das Reich abgeschlossen. Wenn wir zurückblicken auf den Zeitraum der selbständigen bayerischen Entwicklung, so ergibt sich selbstverständlich, daſs in den groſsen Zügen die Entwicklung im Einklang mit dem allgemeinen technischen Fortschritt des Lokomotivbaues stand. Die leitenden bayerischen Eisenbahntechniker und die beiden Lokomotivbauanstalten haben aber stets mit offenem Auge das Neue verfolgt und Gutes und Brauchbares im eigenen Lande eingeführt. Sie kopierten dabei nicht einfach, sondern schufen aus Eigenem durch langjährige Erfahrung in ihrer Brauchbarkeit und Zweckmäſsigkeit bestätigte Formen. Daſs diese Form auch dem Auge wohlgefällig war und die Lokomotiven nicht bloſs als ein technisches Gebilde, sondern auch als ein Kunstwerk aufgefaſst wurden, entsprach der traditionellen Pflege der Kunst in Bayerns Hauptstadt.

## Wirtschaftlichkeit im Zugförderungsdienst*).

Von Reichsbahnoberrat Mühl, München.

Die laufenden Betriebsausgaben der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft betragen monatlich rund 240 Millionen Mark. Hiervon treffen auf Zugförderungskosten etwa 96 Millionen, das ist ungefähr 40 %.

Die Hauptverwaltung hat bei der auſsergewöhnlichen Höhe dieser Ausgaben daher wiederholt mit Recht auf die Bedeutung dieser Ziffern im Zusammenhange mit den übrigen Betriebsausgaben hingewiesen und die Direktionen beauftragt, mit allen Mitteln ihre Abminderung anzustreben.

Um dieses Ziel zu erreichen, gibt es eine Reihe von technischen, organisatorischen und personalwirtschaftlichen Maſsnahmen.

Die nachstehende Untersuchung soll sich im allgemeinen auf drei Gebiete erstrecken:

1. Beschaffung der Betriebsmittel, der Lok. und deren Ausnützung im Betriebe.
2. Stoffwirtschaft.
3. Personalwirtschaft im Zusammenhange mit der Verwendung der Lok. im Betriebe.

Die konstruktive Verbesserung der Lok. mit dem Ziel Brennstoff zu sparen, bei gleichzeitiger Leistungssteigerung ist mit der allgemeinen Einführung des Heiſsdampfes und der Speisewasservorwärmung wohl auf längere Zeit zu einem gewissen Abschluſs gekommen.

Die neueren Versuche durch Turbinen- oder Hochdrucklok.en die Brennstoffwirtschaft weiter zu verbessern, stehen noch sehr im Anfang und können daher für diese Betrachtung zunächst wohl ausscheiden.

Die alte Naſsdampfflachschieberlok. ist — das kann man wohl mit wenig Ausnahmen für das ganze Netz der Deutschen Reichsbahn sagen — vom planmäſsigen Streckendienst zurückgedrängt und hat das Feld vollständig der Heiſsdampflok. mit ein- oder mehrfacher Dehnung überlassen müssen. Von 28700 Lok. Gesamtstand der Deutschen Reichsbahn treffen heute schon 18400 Lok. das ist 64 % auf Heiſsdampflok.

Auch in der Wahl der Leistungsgröſsen ist wohl bei den Dampflok. z. Zt. auf allen Verwendungsgebieten, für den Sz.-, Pz.- und Gz.-Dienst ein gewisser Abschluſs erreicht. Die neuzeitliche Entwicklung des Lokomotivbaues hat zu Leistungsgröſsen geführt, die den betrieblichen Anforderungen mit Rücksicht auf die durch Bahnhofsanlagen, Streckenverhältnisse und die Bestimmungen der B. O. gezogenen Grenzen vollkommen entsprechen. Im Gegenteil — es werden gerade in letzter Zeit immer mehr Stimmen laut, die behaupten — die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft habe zu schwere Lok.en in zu groſser Zahl beschafft, die im Betriebe nicht mehr wirtschaftlich verwendet werden können.

Es ist richtig, ein groſser Teil der jetzt im Betrieb stehenden Lok.en kann z. Zt. in den wirtschaftlichen Leistungsstufen nicht ausgenützt werden. Die Frage, die sich uns hier sofort aufdrängt: Wie können wir die hochwertigen Lok.en im Betriebe wirtschaftlicher ausnützen? muſs doch eingehend geprüft werden.

Der Bau schwerer und leistungsfähiger Lok.en hatte zunächst das Ziel, die Zuggewichte bei einer Zugkraft zu erhöhen und dadurch die unwirtschaftlichen Vorspannleistungen zu sparen. Man kann wohl sagen, daſs dieses Ziel, einige ungünstige Strecken mit starken Neigungen ausgenommen, vollkommen erreicht ist. Dieser Erfolg drückt sich auch zahlenmäſsig dadurch aus, daſs z. B. in Bayern im Jahre 1913 4,3 % der Lok./km in Vorspannleistungen gefahren wurden, während für das Jahr 1924 dieser Satz bis auf 1,2 % zurückgegangen ist.

Auch eine andere Verhältniszahl, die für die Wirtschaftlichkeit der Betriebsführung von groſser Bedeutung ist, nämlich das Verhältnis der gefahrenen Achs/km zu den gefahrenen Zug km, zeigt, daſs der innere Wirkungsgrad der Zugförderung wesentlich besser geworden ist.

Auf das bayerische Netz bezogen, treffen im Jahre 1913: auf 1 Zug/km 36,8 Wagenachs/km, im Jahre 1924: 42,3 Wagenachs km.

Die Auslastung der Züge und damit die bessere Ausnützung der Lok. ist daher um 15 % gestiegen.

Man kann mit Recht behaupten, dieser Erfolg, der zugunsten der schweren Lok. zu buchen ist, würde zweifellos noch mehr in die Erscheinung treten, wenn wir bei gebesserter allgemeinen Wirtschaftslage noch mehr Möglichkeit hätten, die Züge auszulasten.

Das Lok.bauprogramm, das sich — ich möchte das hier besonders betonen — auf die vom Betrieb gestellten Forderungen stützt, hat bei Bemessung der Leistungsgröſsen Reserven hineingelegt, die z. Zt. wegen des daniederliegenden Verkehrs noch nicht wirtschaftlich wirksam werden konnten.

*) Aus einem Vortrag bei der „Verkehrswissenschaftlichen Woche“ in München am 10. Oktober 1925.

Trotz dieses Erfolges steht diese eine Tatsache fest, dafs die grofsen Einheiten durch die tatsächlich bisher eingetretene Belastungserhöhung noch nicht voll ausgenützt sind.

Die Bestrebungen, die Wirtschaftlichkeit im Zugförderungsdienst zu heben, müssen daher für die nächste Zeit das Ziel haben, die grofsen Einheiten auf möglichst lange Strecken ohne Unterbrechung zu verwenden und dadurch die grofsen Rost- und Heizflächen besser auszunützen.

Zur allgemeinen Erklärung sei hier kurz erwähnt, dafs wir bei jedem Lok.lauf zu unterscheiden haben: zwischen

a) Nutzleistung vor dem Zuge,
b) Nebenleistungen, das sind Auf- und Abrüsten vor und nach der Fahrt und
c) Ruhe im Feuer oder Bereitschaftsdienst.

Aus diesen drei Gröfsen ergibt sich von selbst das wirtschaftliche Gesetz, dafs die Ausnützung der Lok. im Betriebe um so günstiger ist, je gröfser die Nutzleistung vor dem Zuge und je geringer im Verhältnis auf einen bestimmten Zeitabschnitt bezogen, die Nebenleistungen und die Ruhe im Feuer sind. Oder: Das Verhältnis der Nebenleistungen zur gesamten Betriebszeit der Lok. bildet einen rechnerischen Mafsstab für die Ausnützung der Lok. im Betriebe.

Vielfach wird für die Beurteilung der Lokausnützung auch die durchschnittliche Laufleistung der Lok. in einem bestimmten Zeitabschnitt z. B. im Tag oder Monat oder auch im Jahre als Mafsstab gewählt, der bequem aus jedem Dienstplan der Lok. abzulesen ist. Einige Zahlen mögen diesen Zusammenhang erläutern.

Die durchschnittliche Nutzleistung einer Dampflok. bei Doppelbesetzung beträgt z. Zt. im Tag: 10,5 Stunden oder für das Jahr berechnet 3840 Fahrstunden. Das ist eine Ausnützung von nur $\frac{3840}{8760} = 44\%$. Oder mit andern Worten: $56\%$ gehen für Nebenleistungen und für Ruhe im Feuer verloren. Der Anteil für »Ruhe im Feuer« beträgt nach einer Untersuchung ungefähr 17 bis $21\%$, d. h. rund $1/5$ sämtlicher Kilometer werden im Schuppen geleistet.

Das sind gewifs Zahlen, die sehr zu ernster Prüfung Anlafs geben.

Dieses Verhältnis kann nicht unwesentlich gebessert werden durch den Langlauf der Lok. Heute trifft im Durchschnitt auf 60 bis 70 km Bespannungswechsel, mit den unwirtschaftlichen Auf- und Abrüstungsarbeiten, Ausschlackverlusten usw., während die neuzeitlichen Rost- und Heizflächen für alle Zuggattungen mindestens eine drei bis vierfache Lauflänge ohne Unterbrechung gestatten.

In diesem Punkt ist vor allem der Hebel zur Förderung der Wirtschaftlichkeit im Zugbeförderungsdienst anzusetzen.

So einfach der Grundsatz ist, nicht so einfach ist die Durchführung, da gerade dieser Grundsatz ziemlich tief in die bisher übliche Aufteilung der Fahrkurse und in das ganze Organisationsgerippe eines Bahnnetzes eingreift.

Was ist in diesem Punkt erreicht? Und was kann noch geschehen? Im Schnellzugdienst, gezwungen durch die Anspannung der Fahr- und Reisezeiten sind auf diesem Gebiet bereits schöne Erfolge erzielt. Lok.läufe bis zu 400 bis 450 km im planmäfsigen Dienst werden täglich ohne Schwierigkeiten bewältigt. Soweit geringere Längen bis zum Bespannungswechsel gefahren werden, sind meist Kopfbahnhöfe im eigenen Netz oder die Grenzstationen im Wechselverkehr mit fremdländischen Bahnverwaltungen die Ursache.

Nicht so günstig liegen die Verhältnisse im Pz- und Gz-Dienst. Hier mufs leider festgestellt werden, dafs die Ausnützung der grofsen Rost- und Heizflächen kilometrisch fast nicht über das Mafs der im Frieden verwendeten kleineren Lok. hinausgeht. Verschiedene Gründe, leider vielfach auch nicht streng sachliche, haben hier bisher hemmend gewirkt. Auch die vielleicht in abschbarer Zeit zu erwartende Abrechnung der R. B. D. nach regionalen Grundsätzen und der darauf aufzubauende Bewertungsschlüssel für die einzelnen Direktionen läfst leider — entgegen den Grundsätzen der Wirtschaftlichkeit — immer mehr die Absicht erkennen, alle im Bezirk aufkommenden Leistungen möglichst mit eigenen Lok. zu fahren, ohne Rücksicht auf die wirtschaftliche Gestaltung der Lok.läufe.

Dafs die Wirtschaftlichkeit im Zugförderungsdienst sich bei den heute zur Verfügung stehenden Zugkräften nicht mehr an die Direktionsgrenzen halten kann, bedarf wohl kaum mehr eines Beweises.

Wenn es aber gilt, die Wirtschaftlichkeit auf dem mit starken Ausgaben so sehr belasteten Gebiet der Zugförderung zu heben, so dürfen nicht Gründe, wie Wahrung des Besitzstandes an Fahrkursen für eine Bw. oder R. B. D. berechnet, oder Mangel an Verwendungsmöglichkeit für das vorhandene Personal usw. geltend gemacht werden, um diesen Bestrebungen entgegenzutreten. —

Im planmäfsigen Pz-Dienst haben wir heute durch Umstellung der Zugkräfte-Abwanderung der früher bei den Sz. verwendeten Lok., Neubeschaffung von dreifach gekuppelten Heifsdampf-Pz-Lok. Zugkräfte, die im regelmäfsigen Dienst nur mit höchstens 40 bis $50\%$ ausgelastet sind.

Der brennstoffwirtschaftliche Nachteil, mit unterbelasteten Lok. zu fahren, sei hier nebenbei erwähnt, ohne darauf näher eingehen zu können.

Der vielfach vertretene Vorwurf, dafs hier über das Betriebsbedürfnis hinaus schwere Lok.en verwendet werden, trifft bei den Pz zu. Die Wirtschaftlichkeit mufs und kann bei diesen Zügen nur wieder etwas hergestellt werden dadurch, dafs wir die Pz-Lok. auf längere Strecken verwenden.

Ähnlich wie bei den Sz werden auch hier im allgemeinen die Direktionsgrenzen nicht reichen. Es müssen daher auch bei den Pz Läufe vereinbart werden, die soweit zu spannen sind, als eben die Rost- und Heizflächen es ermöglichen. Bei den im Deutschen Reichsbahngebiet hauptsächlich für diese Züge in Frage kommenden Lok. der Gattung P 8 und P 3/5 Hd kann die Laufgrenze zwischen 200 bis 250 km ohne Bedenken angenommen werden.

Ähnlich liegen die Verhältnisse im Gz-Dienst: Die vier- und fünffach gekuppelten Hd-Gz-Lok. mit rund 3 bis 4 qm Rost- und 250 bis 280 qm Heizfläche haben alle vor dem Kriege verwendeten dreifach gekuppelten Nafsdampflok. nahezu vollständig verdrängt. Es bedarf wohl keines besonderen Beweises, dafs es möglich ist, mit diesen Lok. auch bei voll ausgelasteten Zügen wirtschaftliche Läufe, ich nenne bescheidene Zahlen, von 150 bis 200 km zu bilden.

Auch im Gz-Dienst mufs leider festgestellt werden, dafs die schweren und hochwertigen Zugkräfte — hauptsächlich durch den z. Z. und vielleicht auf mehrere Jahre daniederliegenden Verkehr — schlecht ausgenützt sind. Einige Zahlen lassen diesen Zusammenhang deutlich erkennen. Im Frieden hat für das bayerische Netz bei Verwendung von dreifach gekuppelten Lok.en die mittlere Zugstärke bei den Gz 71 Achsen betragen. Während die Lok.en im Durchschnitt um 70 bis $100\%$ in der Leistung gestiegen sind hat sich die Achsenzahl der Gz nur auf 77 Achsen, das ist um $8\%$ erhöht, so dafs auch hier bei Berücksichtigung des etwas höheren durchschnittlichen Ladegewichts sogar ein Rückschritt in der wirtschaftlichen Ausnützung der Zugkräfte festgestellt werden mufs.

Steigerung der Lok.leistungen
in den Jahren 1900 bis 1925.

| Verwendungszweck | Heizfläche 1900 qm | Heizfläche 1925 qm | Rostfläche 1900 qm | Rostfläche 1925 qm |
|---|---|---|---|---|
| Schnellzüge | 110 | 300 | 2,3 | 4,0 |
| Güterzüge | 145 | 270 | 2,28 | 4,0 |



Zusammenfassend kann nach diesen Ausführungen wohl gesagt werden, dafs durch die neuzeitliche Lok.beschaffung auf den drei Hauptverwendungsgebieten, Sz, Pz und Gz in weitgehendem Mafse die technischen Voraussetzungen für die Bildung von wirtschaftlichen Langläufen gegeben sind. —

Nicht minderwichtig ist, da für die Leistung der Dampflok. in erster Linie die Ausnützung und Gröfsenbemessung der Rostfläche mafsgebend ist, auch die Brennstofffrage.

Es mufs besonders betont werden, dafs alle Bestrebungen, wirtschaftliche Langläufe zu bilden, in den Jahren 1920 bis mit 1922 von selbst zu einem Fehlschlag hätten führen müssen, da der damals gelieferte Brennstoff für Lok.feuerung in der Güte kaum ausreichend war, um die auf der geringen Leistung der Vorkriegszeit aufgebauten Lok.kurse störungsfrei zu fahren.

Mit besonderem Nachdruck mufs jedoch hervorgehoben werden, dafs es seit nahezu zwei Jahren wieder gelungen ist, die Brennstoffbeschaffung auf die im Frieden gewohnte und für den Betrieb unbedingt notwendige Güte zu bringen und dafs durch diesen Fortschritt auch brennstoffwirtschaftlich die Voraussetzungen für Lok.langläufe in vollem Mafse gegeben sind.

Es dürfte nicht uninteressant sein, die Bedeutung der Brennstoffwirtschaft im Zugförderungsdienst hier allgemein an einigen Zahlen und an einer Schaulinie über den durchschnittlichen Brennstoffverbrauch näher zu erläutern (Abb. 1).

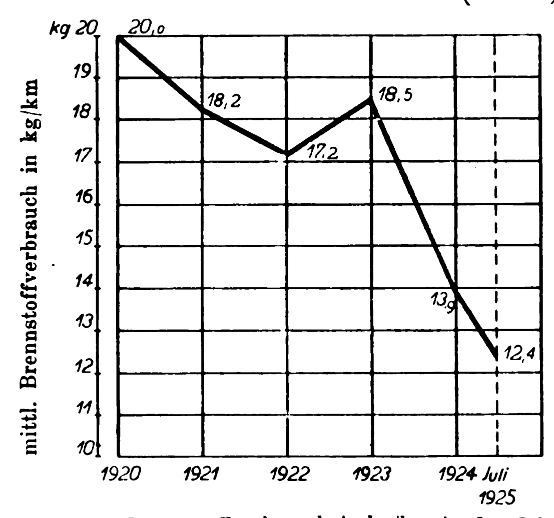



Abb. 1. Mittlerer Brennstoffverbrauch in kg/km in den Jahren 1920 bis 1924 und Juli 1925.

Nach dieser Übersicht war der durchschnittliche Brennstoffverbrauch in kg/km für den Direktionsbezirk München im Jahre 1920 20,0, im Monat Juli 1925 nur 12,4 kg/km. Der Verbrauch ist in diesem Zeitraum zurückgegangen um 7,6 kg das ist um 38%. Nehmen wir für die Tonne einen Preis von rund 30 ℳ einschliefslich Fracht bis München an, so bedeutet dieser Rückgang im Verbrauch für die Direktion München allein eine jährliche Einsparung von rund 5,3 Millionen Mark, das gleiche Verhältnis für das bayerische Netz angenommen 22,5 Millionen und für das ganze Gebiet der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft ungefähr das achtfache.

An diesen Zahlen soll nur erläutert werden, welch ungeheuerer finanzieller Erfolg sich durch gute Brennstoffwirtschaft im Zugförderungsdienst, der im Gebiet der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft jährlich ungefähr 10 Millionen t verbraucht, erreichen läfst.

Wenn wir nach den Gründen fragen, die zu diesem Rückgang im Verbrauch geführt haben, so können wir feststellen, dafs in erster Linie und wohl zum überwiegenden Teil dieser Erfolg in der Güte des Brennstoffs zu suchen ist.

Als zweite Mafsnahme ist zu erwähnen die Umstellung auf Heifsdampflok.en. Mit wenig Ausnahmen werden im regelmäfsigen Streckendienst nurmehr Heifsdampflok.en verwendet. Während im Jahre 1913 auf den Strecken des bayerischen Netzes die Zahl der verwendeten Heifsdampflok.en nur 306 das ist 14,5% betrug, ist die Zahl heute auf 1135 das ist 43% gestiegen.

Von besonderer Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit im Zugförderungsdienst ist ferner, den Betriebsstand, d. h. die Zahl der für den Betrieb vorzuhaltenden Lok.en möglichst klein zu halten. Jede Lok. die über Bedarf gehalten wird, kostet nutzlos Werk- und Behandlungsarbeit, erhöht daher die Zahl der Arbeitskräfte ohne Nutzleistung, verbraucht nutzlos Kohlen und Öl, belegt die Schuppen usw.

Die Umstellung des Werkwesens hat zum Ziele, nach den Grundsätzen der wirtschaftlichen Betriebsführung und durch Verbesserung der Arbeitsmethoden die Ausbesserungszeiten der Fahrzeuge wesentlich abzukürzen. Aufgabe des maschinentechnischen Betriebsdienstes mufs es sein, durch straffe wirtschaftliche Ausnützung der einzelnen Lok.en mit einer möglichst geringen Zahl an Lok.en die Betriebsleistungen durchzuführen und dadurch den Auftragbestand für die E.A.W herabzudrücken.

Es ist nicht zu leugnen, dafs uns die Jahre 1920 bis 1923, wie auf vielen anderen Gebieten, auch eine Lok.inflation und zwar nicht nur an der Zahl, sondern auch der Leistung nach gebracht haben, von der wir uns durch Einschränkung der Lok.zahl und bessere Ausnützung im Betriebe wieder frei machen müssen, sofern wir eine Gesundung erreichen wollen.

Als Mafsstab hierfür kann für einen abgegrenzten Bezirk oder für ein geschlossenes Netz, z. B. für Bayern die durchschnittliche Leistung einer Lok. für ein Jahr, bezogen auf den ganzen Lok.bestand, gelten. Wenn man die Verhältniszahlen vom Jahre 1913 und 1924 vergleicht, so stellt sich heraus, dafs die kilometrische Ausnützung der Vorkriegszeit noch nicht erreicht ist. Und selbst wenn sie erreicht wäre, so würde das noch keinen Erfolg bedeuten, da es bei entsprechender wirtschaftlichen Verwendung der gröfseren Leistungseinheiten im Betrieb gelingen mufs, die kilometrische Jahresleistung der Lok. noch über den Friedenswert zu steigern.

Es darf allerdings nicht vergessen werden, dafs die kilometrische Ausnützung der Lok. neben dem Aufbau der Diensteinteiler auch in Abhängigkeit von der Fahrplanbildung steht.

Ein gutes Zusammenarbeiten des Betriebs mit der Zugförderung ist daher von grofser wirtschaftlicher Bedeutung für die Ausnützung der Zugkräfte. —

Im engen Zusammenhange mit der Verwendung der Lok. im Betriebe steht die Personalwirtschaft im Zugförderungsdienst.

Für den planmäfsigen Streckendienst, der hier hauptsächlich untersucht werden soll, ist die reine Doppelbesetzung mit Personal des gleichen Betriebswerks die am meisten angewendete Verwendungsform.

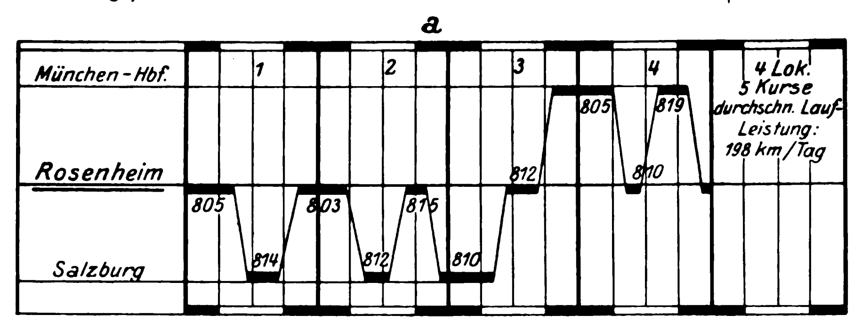
Eine nähere Untersuchung dieser Art von Diensteinteilern zeigt jedoch, dafs die wirkliche Nutzleistung des Personals sehr gering und ein grofser Teil der Gesamtdienstzeit durch Nebenleistungen (Auf- und Abrüstung) aufgezehrt wird. Bezeichnen wir das Verhältnis der Nebenleistungen zur Gesamtdienstzeit als den »Inneren Wirkungsgrad« eines Diensteinteilers, so erhalten wir folgende Verhältniszahlen: Im Durchschnitt 39 bis 44%; in günstigen Fällen 30 bis 32%, bei ungünstigen Diensteinteilern bis zu 52%. D. h. allgemein: Die Hälfte bis ein Drittel der gesamten Dienstzeit geht für die Nutzleistung im Fahrdienst verloren.

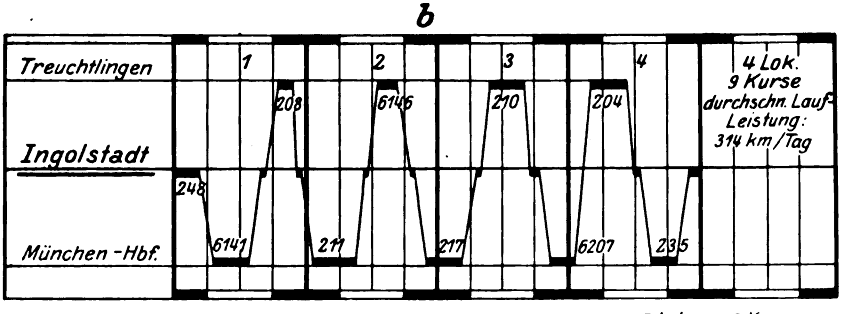
Dieses Verhältnis und damit die Wirtschaftlichkeit im Zugförderungsdienst zu bessern, dazu bietet sich auch hier durch Bildung von Langläufen unter Ausnützung der hochwertigen Zugkräfte eine Möglichkeit. Für jeden Lok.kurs

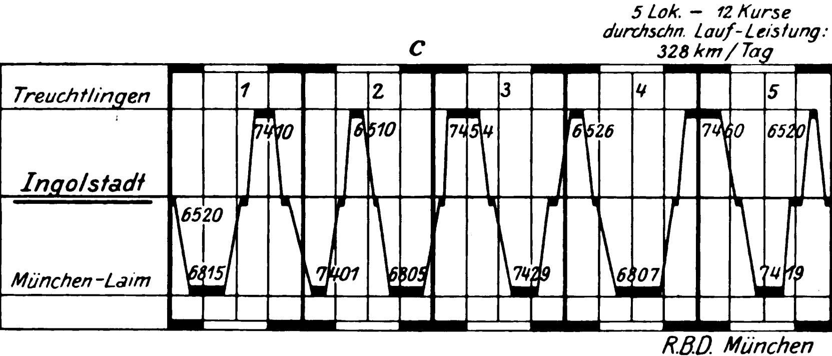
können 5 bis 7,5 Stunden Vor- und Nacharbeit gespart bzw. in Nutzleistung umgewertet werden, wenn die Lauflänge auf das zwei bis dreifache erhöht wird. Dabei lassen sich höhere Nutzleistungen erreichen, ohne die durch die Dienstdauervorschriften gezogenen Grenzen zu überschreiten. —

Die Ausnützung der Lok. im Langlauf bringt allerdings für die Personalbesetzung einige Änderungen, die besprochen werden müssen.

Wie bereits oben erwähnt, wird es in vielen Fällen nicht mehr möglich sein, die durchaus bewährte Doppelbesetzung der Lok. in der bisher allgemein üblichen Form durchzuführen. Das darf und kann kein Grund sein, die Bildung von Langläufen deshalb abzulehnen. Auch die Verwendung der elektrischen Lok. zeigt, dafs man mit den alten Grundsätzen manchmal




a) Vier Lok. P 3/5 H doppelt besetzt. — b) Vier Lok. P 3/5 H doppelt besetzt. — c) Fünf Lok. G 4/5 H dreifach besetzt.

Abb. 2. Lokomotiv-Dienstpläne.

brechen mufs und dafs sich, allgemein gesprochen, der Personaldienst mehr wie bisher dem Lok.lauf unterzuordnen hat.

Die unbeschränkte Verwendung der Ellok. hat bereits bei allen Verwaltungen, die die elektrische Betriebsform eingeführt haben, zwangläufig dazu geführt, die Ellok, dreifach, d. h. Doppelbesetzung mit eingeschobenem Zusatzpersonal zu besetzen. Dadurch ist es möglich, die Ellok. bis zu **20** Stunden täglich im Dienst zu halten, während bei Dampflok., wie bereits oben erwähnt, täglich nur im Mittel **10,5** Nutzdienststunden erreicht werden.

Das Übergreifen der Langläufe über die Grenzen der Bahnbetriebswerke, ja sogar über die Direktionsgrenzen wird es mit sich bringen, dafs in einzelnen Fällen Lok.en der einen Direktion auch durch Personal anderer Direktionen besetzt werden müssen.

Auch diesen Grundsatz hat sich der elektrische Betrieb, wie die Erfahrungen der Schweizer Bundesbahnen zeigen, längst mit nicht zu bestreitendem Erfolg zu eigen gemacht und dadurch den Langlauf ermöglicht.

Gerade die unbeschränkte Verwendung der Lok. bildet für den elektrischen Betrieb einen der Hauptvorteile. Dadurch ist es möglich, die Laufleistung der Fahrzeuge in einem bestimmten Zeitabschnitt (Monat oder Jahr) möglichst zu steigern und im Betrieb mit einer wesentlich kleineren Zahl von Lok. bei gleicher Gesamtleistung an Zugkm auszukommen.

Die Schweizer Bundesbahnen haben auf der Gotthardlinie hierbei Leistungen erreicht, die wohl kaum übertroffen werden können. Nach dem Diensteinteiler eines Bahnbetriebswerks an der Gotthardlinie beträgt die Durchschnittsleistung einer Lok. für den Tag **566** km und die Höchstleistung **765** km. Was die Leistungen auf der Gotthardlinie im Werte besonders erhöht, sind die ungünstigen Streckenverhältnisse, die nur eine Höchstgeschwindigkeit von **75** km zulassen.

Wenn nun auch die Dampflok. durch ihre Abhängigkeit von der Leistung der Rostfläche, der Betriebsstoffergänzung und Benützung der Drehscheibe bei Fahrtrichtungswechsel niemals die Leistungswerte der elektrischen Lok. werden erreichen können, so lassen sich doch auf durchgehenden, mit dichtem Fahrplan ausgestatteten Hauptlinien auch mit Dampflok. beachtenswerte Verbesserungen in der wirtschaftlichen Verwendung der Zugkräfte erzielen.

Ein kleines, aber immerhin sehr beachtenswertes Beispiel geben die in Abb. 2 dargestellten Diensteinteiler.

Ein Vergleich der drei Dienstpläne zeigt, inwieweit bei Durchlauf die Ausnützung der Lok. gesteigert werden kann. Im besonderen Mafse tritt dieser Vorteil bei Diensteinteiler (C) in die Erscheinung, der im Güterzugdienst gegenüber Diensteinteiler a) (Personenzugdienst) eine um **65%** höhere Laufleistung der Lok. ermöglicht. —

Wenn man Diensteinteiler mit Langläufen nach dem eben gezeigten Muster durchführt, wird man auch von selbst zu dem beim elektrischen Betrieb bewährten Grundsatz kommen, die Lok.en bis zu einer gewissen Laufleistung z. B. 2000 km ununterbrochen im Betriebe zu lassen und sie dann zu einer kleineren Untersuchung auf einen halben Tag zwischen zwei Kursen herauszuziehen. Der sogenannte Waschtag würde dann als grofser Untersuchungstag zu gelten haben. Auch dieser Grundsatz hat sich bei Dampflok.en, wie die Erfahrungen im Direktionsbezirk München zeigen, mit gutem Erfolg durchführen lassen.

Die Bestrebungen, durch Langläufe die Wirtschaftlichkeit im Zugförderungsdienst zu heben, treten in neuerer Zeit bei mehreren Bahnverwaltungen deutlicher hervor. An der Spitze, wie in vielen anderen technischen Leistungen, steht ein Versuch auf einer nordamerikanischen Bahn. In dem einen Fall blieb eine Lok. 121 Stunden ununterbrochen im Dienst, wobei in 57 Stunden 40 Minuten 2402 km vor dem Zug fahrend zurückgelegt wurden. Eine zweite Lok. brachte es sogar auf 183 Stunden Dienstzeit ohne Unterbrechung, wobei in 80 Stunden 4200 km vor dem fahrenden Zug geleistet wurden.

Das sind selbstverständlich Ausnahmsleistungen, die im planmäfsigen Dienste wohl nicht zu erreichen sind. Immerhin

zeigen diese Werte, bis zu welchem Höchstmafs unter günstigen Verhältnissen die Ausnützung der Rostfläche getrieben werden kann, und dafs auf diesem Gebiet zur Besserung der Wirtschaftlichkeit noch sehr viel geschehen kann. —

Abgesehen von der wesentlich besseren Lok.- und Personalausnützung bringt der Langlauf noch weitere Vorteile mit sich: Nutzlose Lok.leerfahrten von und zu den Zügen, die jeder Bespannungswechsel notwendig macht, können entfallen. Dadurch werden nicht nur die Bahnhöfe sondern auch die Lok.-behandlungs- und die Schuppenanlagen entlastet. Die Personalbesetzung der Behandlungsanlagen bei den Zwischenbahnbetriebswerken (Putzgraben- und Bekohlungsdienst) kann entsprechend dem Rückgang der Zahl der zu behandelnden Lok. verringert werden. Die Rundschuppen, die heute vielleicht zu klein und für die mancher bisher nicht durchführbare Erweiterungsantrag vorliegt, bieten wieder reichlich Platz für die Wendelok.

Diese Tatsache ist von aufserordentlicher Tragweite für die elektrisch betriebenen Strecken. Bei der unbeschränkten Verwendbarkeit der Ellok. hat es sich sehr bald gezeigt, dafs die Schuppenanlagen für elektrisierte Linien bei einem bestimmten Stand an Betriebslok. wesentlich kleiner gehalten und dadurch an Bauaufwand nicht unwesentlich gespart werden kann.

Bei Ellok genügt es vollständig, Stände für 30 % der Betriebslok. vorzusehen, während man bei Dampflok. bisher mit einem Satz von 60 bis 70 % gerechnet hat. —

Die Durchführung von Zügen auf langen Strecken ohne Bespannungswechsel bringt auch betriebstechnisch grofse Vorteile: Raschere Durchführung der Züge im allgemeinen, was insbesonders bei den Gz heute, wie bekannt, im Vordergrund aller Bestrebungen steht; Entlastung der Bahnhöfe und Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Strecken.

Man kann rechnen, dafs Gz, die in gröfseren Knotenstationen von den Hauptgleisen zum Bespannungswechsel abgelenkt werden, dadurch um mindestens 40 bis 60 Minuten in ihrem Fahrplan verzögert werden.

Gerade die Beschleunigung des Durchgangsverkehrs, der volkswirtschaftlich und betriebstechnisch von gröfster Bedeutung ist, kann durch entsprechende Ausbildung des Lok.laufes auf lange Strecken in besonderem Mafse gefördert werden. —

Zusammenfassend kann nach dem Ergebnis dieser Untersuchung wohl gesagt werden:

Der Langlauf bietet auf durchgehenden, stark belasteten Hauptbahnstrecken eine Reihe von Vorteilen, im besonderen:

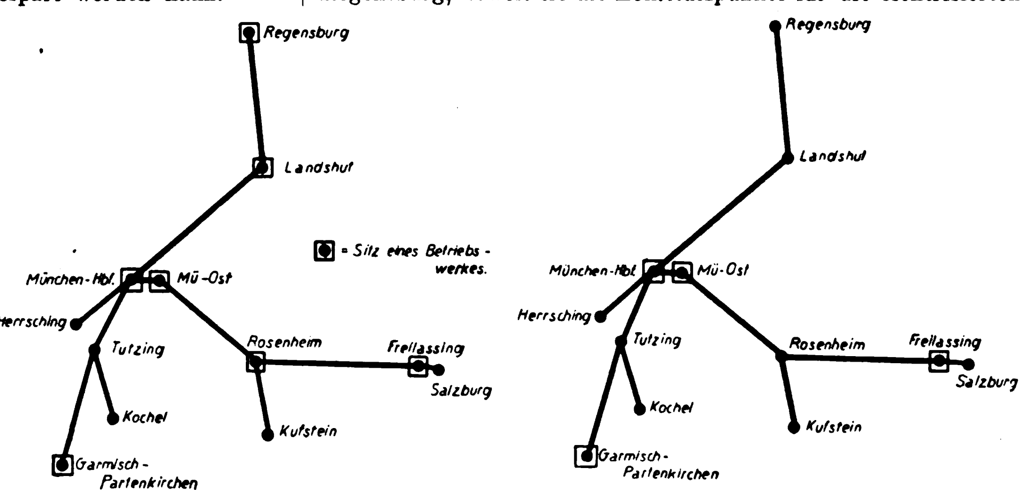
1. Wesentlich günstigere Brennstoffwirtschaft,
2. bessere Lok.- und Personalausnützung,
3. durch weiteren Ausbau des Langlaufes wird es möglich sein, die Zahl der im Betrieb vorzuhaltenden Lok. wesentlich zu verringern,
4. dadurch wird Werk- und Behandlungsarbeit bei den Betriebswerkstätten und damit eine gewisse Zahl Arbeitskräfte gespart,
5. die leistungsfähigen Lok.en gestatten aufserdem die Stützpunktentfernungen, d. h. die Entfernungen der Betriebswerkstätten weiter hinauszurücken, d. h. Zwischenbetriebswerke, die jetzt noch bestehen, werden in ihrer Bedeutung zurückgehen und dadurch werden sich durch Vereinfachung der Geschäfte, Verringerung des Personalstandes nicht unbeträchtliche Kosten sparen bzw. gegebenenfalls Baukosten für Erweiterung dieser Anlagen vermeiden lassen. —

Ein Vorbild, wie sich diese Grundsätze über die Verwendung der Lok. auf das ganze Organisationsgerippe eines Netzes auswirken, gibt uns der elektrische Betrieb. Man kann hier sagen: Der elektrische Betrieb ist, wenn gleich noch die jüngere Betriebsform, in diesem Punkt zum Lehrmeister des Dampfbetriebs geworden.

Die Einführung des elektrischen Betriebs auf einem zusammenhängenden Streckengebiet des Direktionsbezirks München hat Anlafs gegeben, den Grundsatz der beinahe unbeschränkten Verwendbarkeit der Ellok. dadurch voll zur Anwendung zu bringen, dafs man den Durchlauf der Ellok. auf möglichst weite Strecken ausdehnt und dadurch die Zahl der neu zu schaffenden Betriebsstützpunkte erheblich und zwar gegenüber dem Dampfbetrieb um rund 40 % verringert.

Für das jetzt bestehende Dampfnetz, wenn ich es so bezeichnen darf, haben wir, wie Abb. 3a zeigt, im ganzen sieben Stützpunkte, mit einer mittleren Entfernung von 77 km.

Für den künftigen elektrischen Betrieb werden die Betriebswerke Rosenheim und Landshut, sowie das Betriebswerk Regensburg, soweit sie als Lok.stützpunkte für die elektrisierten Linien in Frage kommen, vollständig entfallen. Der neue Kräfteverteilungsplan ist in Abb. 3b dargestellt. Die mittlere Stützpunktentfernung beträgt hierbei 130 km.



a) Bei Dampfbetrieb. b) Bei rein elektrischem Betrieb.

Abb. 3. Übersicht der Betriebswerke im elektrischen Streckengebiet.

Es bedarf wohl keiner besonderen Begründung, dafs durch diese Umstellung erhebliche Einsparungen an Personalaufwand erzielt werden können. Es wird hier zum erstenmale der organische Abbau von drei Dienststellen als Folgeerscheinung der Umstellung auf die elektrischen Betriebsform, bzw. als Folge der dadurch möglichst weitgespannten Lok.läufe durchgeführt werden. —

In diesem Zusammenhange soll noch ein personalwirtschaftlicher Vorteil des elektrischen Betriebs erwähnt werden, der im weiteren Ausbau der elektrischen Betriebsform eine bedeutende Rolle spielen wird: Die einmännige Lok.-besetzung.

Das R V.M. hat bereits im Januar 1924 eine Verfügung erlassen, wonach bei Gz, Rangierdienst, Schubdienst, bei alleinfahrenden Lok.en usw. die einmännige Besetzung der elektrischen Lok. unter Beigabe des Zugführers genügt.

Dieser Grundsatz läfst sich bei entsprechender Fahrplan- und Zugbildung auch auf Pz bis zu 75 km Höchstgeschwindigkeit und 300 t Belastung erweitern.

Die Durchführung dieser Grundsätze hat es auf den bisher elektrisierten Linien des Direktionsbezirks München ermöglicht, dafs bei einer monatlichen Leistung von rund 350000 Lok.km

nur rund 5 % zweimännig und 95 % mit einmänniger Besetzung gefahren werden. Dadurch wird auf den elektrisierten Linien eine erhebliche Personaleinsparung möglich.

Dabei sind Lok. in Verwendung mit einer Dauerleistung von rund 2000 PS bzw. einer Stundenleistung von 2400 PS.

Diese Tatsache mufs besonders hervorgehoben werden, weil dadurch die bauliche und betriebliche Überlegenheit der elektrischen Lok. vor allen anderen Lok.bauformen besonders gekennzeichnet ist.

Von den neuzeitlichen Entwicklungsformen im Lok.bau sollen nur drei erwähnt werden, die vielleicht Aussicht haben, mit der Dampflok. alter Ausführungsart und der elektrischen Lok. in Wettbewerb zu treten:

1. die Hochdrucklok.,
2. die Turbolok. und
3. die Diesellok.

Eines steht fest: Selbst wenn die drei Ausführungsformen durch technische Vervollkommnung nach Überwindung der grofsen, heute noch bestehenden Schwierigkeiten das konstruktive Ziel erreichen, auf personalwirtschaftlichem Gebiet und in der unbeschränkten Verwendung werden sie die Ellok. ebensowenig wie die jetzt zur Verfügung stehenden Heifsdampflok. erreichen können. —

Die Ausstellung in Seddin im Herbst 1924 hat uns eine Reihe neuer Gedanken auf dem Gebiet des Lok.baues gebracht. Man hatte fast den Eindruck einer gewissen technischen Überproduktion! Immerhin sind alle Versuche auf diesem Gebiet als Fortschritt zu begrüfsen, da sie das Ziel haben, die Wirtschaftlichkeit im Zugförderungsdienst zu bessern.

Vergessen wir aber bei all diesen anerkennenswerten Bestrebungen eines nicht: Dafs wir in unseren hochentwickelten Heifsdampflok. heute schon Zugkräfte haben, deren wirtschaftliche Verwendung und Ausnützung z. Zt. noch nicht voll erreicht ist und die nach dem Vorbild des elektrischen Betriebs noch wesentlich gesteigert werden kann.

Vergessen wir ferner nicht, dafs auch im Zugförderungsdienst wie im allgemeinen in der Technik der alte Grundsatz gilt: »Auf dem Ausnützungsfaktor beruht der wirtschaftliche Erfolg«.

## Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn über die Rechnungsjahre 1923/24.

Der Geschäftsbericht umfafst die Zeit vom 1. April 1923 bis 30. September 1924, also 1½ Jahre, die Wirtschaftsführung in dieser Zeit zerfällt in drei Abschnitte: a) 1. April 1923 bis 14. November 1923 (Papiermarkrechnung 1923); b) 15. November 1923 bis 31. März 1924 (Goldmarkrechnung 1923); c) 1. April 1924 bis 30. September 1924 (Rechnungsjahr 1924). Im ersten Zeitabschnitt wurde die Reichsbahn vom Reichsverkehrsministerium als unmittelbarer Reichsbetrieb geführt, im zweiten Abschnitt wurde sie in Verbindung mit der Neuordnung der Währungsverhältnisse in Deutschland von der allgemeinen Finanzverwaltung des Reiches losgelöst, der dritte Abschnitt reicht bis zur Übernahme des Betriebes durch die Reichsbahn-Gesellschaft, wobei aus Zweckmäfsigkeitsgründen die Rechnung des Unternehmens „Deutsche Reichsbahn“ mit dem 30. September 1924 schliefst, obwohl auf Grund der erlassenen Gesetze erst am 11. Oktober 1924 das Betriebsrecht an den Reichseisenbahnen auf die neue Reichsbahn-Gesellschaft überging.

Im Abschnitt I des Geschäftsberichtes werden die finanziellen Ergebnisse behandelt. Im Jahre 1922 war es gelungen, die wirtschaftlichen Schwierigkeiten der unmittelbaren Nachkriegszeit zu überwinden und innerhalb des ordentlichen Haushalts das Gleichgewicht zwischen Einnahmen und Ausgaben herzustellen. Der Ruhreinbruch hat aber diese Ordnung der Finanzen völlig zerstört. Die ertragreichsten Strecken gingen mit ihren Einnahmen zeitweise völlig verloren, während trotzdem weiterhin erhebliche Ausgaben zu leisten waren. Wenn es auch zunächst für den Bereich des unbesetzten Gebietes gelang, die Ausgaben durch die Einnahmen zu decken, so machte doch die immer mehr fortschreitende Geldentwertung eine ordnungsmäfsige Finanzwirtschaft auf die Dauer unmöglich. Es wurde versucht, die steigenden Stoffpreise, Löhne und Gehälter durch Erhöhung der Personen- und Gütertarife auszugleichen, doch war dies bei der sprunghaft fortschreitenden Geldentwertung nicht möglich. Das in den Kassen befindliche Geld war immer wieder nach wenigen Tagen wertlos. So geben auch die Zahlen für die Wirtschaftsführung während der Papiermarkrechnung 1923 kein brauchbares Bild. Ebenso ist die Betriebszahl, die für diesen Zeitabschnitt 302,25 beträgt, ohne Bedeutung für die wirkliche Beurteilung der Wirtschaft. Bei dem grofsen Bedarf an Zahlungsmitteln konnten die Reichsstellen die Anforderungen nicht bewältigen. Zentrale und Direktionen der Reichsbahn druckten daher Notgeld, wodurch die Anforderungen meist in ausreichendem Umfange befriedigt werden konnten.

Die Zeit der Goldmarkrechnung 1923 brachte nach und nach einige Besserung. Die Abtrennung der Reichsbahn von der allgemeinen Reichsfinanzverwaltung schuf aber zunächst noch grofse Schwierigkeiten, doch trat die Reichsbahn allen Hindernissen mit äufserster Entschlossenheit entgegen. Die Ausgaben wurden rücksichtslos eingeschränkt. Die Beamtenzahl wurde verringert (Personalabbau), Arbeiter wurden entlassen, Bauten wurden stillgelegt, Beschaffungen unterbrochen, kurz alles darangesetzt, die Ausgaben wieder durch die Einnahmen zu decken. Durch die Schaffung der Eisenbahn-Lieferanten Gesellschaft m. b. H. wurde unter Zuhilfenahme des Giros der Unternehmer und Lieferanten der Eisenbahn ein Wechselkredit bei der Reichsbank eröffnet, um die Bezahlung der Leistungen und Lieferungen zu erleichtern. Trotz aller Schwierigkeiten gelang es bald, zu geordneten Verhältnissen zurückzukommen. Der Abschlufs für die Goldmarkzeit weist bereits einen Betriebsüberschufs von rund 251 Millionen auf, die Betriebszahl besserte sich auf 79,65.

Die vorsichtige Wirtschaftsführung und Geldgebarung wurde im Rechnungsjahr 1924 fortgesetzt. Immerhin schien es vertretbar, den Abbau der Gütertarife, der schon in der vorhergehenden Periode begonnen hatte, fortzusetzen, während die Personentarife noch weiter erhöht werden mufsten. Auf der Ausgabeseite erhöhten sich die Gehälter und Löhne, während die Kopfzahl des Personals weiter vermindert wurde. Bei den sächlichen Ausgaben und den aufserordentlichen Ausgaben für Bauten und Beschaffungen konnten die starken Einschränkungen langsam gemildert werden. Der Abschlufs des Rechnungsjahres 1924 zeigt eine weitere Besserung der Gesamtlage. Die Betriebszahl verminderte sich auf 75,14, was allerdings nur durch eine auf die Dauer unerträgliche Einschränkung wichtiger Ausgaben erreicht werden konnte. Im ganzen ergibt das finanzielle Bild bei der Auflösung der „Deutschen Reichsbahn“, dafs es gelang, zu einer geordneten Wirtschaft zurückzukehren und der neuen Reichsbahn-Gesellschaft ein Betriebskapital in Gestalt von Betriebsvorräten und Kassenbeständen im unbelasteten Betrage von 756 Millionen zuzuführen. Wie die Entwicklung der Einnahmen und Ausgaben sowie das Verhältnis der persönlichen zu den sächlichen Ausgaben sich gestaltet hat, ist in Tabellen und weiteren Abschnitten ausführlich dargestellt.

Der Abschnitt II des Geschäftsberichtes behandelt den Betrieb und Verkehr. In die erste Hälfte der Berichtszeit fällt die Ausdehnung der Besetzung des Ruhrgebietes (Beginn des Einmarsches 11. Januar 1923), die weitere Stillegung von Strecken im altbesetzten Rheingebiet und der Abschlufs eines Abkommens mit der französisch-belgischen Eisenbahnregie über die vorläufige Regelung des Verkehrs in und mit dem besetzten Gebiet. In die zweite Berichtshälfte fällt die Londoner Konferenz (16. Juli bis 16. August 1924), auf der die Auflösung der französich-belgischen Eisenbahnregie bis spätestens 7. Dezember 1924 beschlossen wurde. Am 26. September 1923 erfolgte die Aufgabe des passiven Widerstandes, am 29. September wurde dem deutschen Personal die Dienstleistung bei der Regie gestattet. Durch Abmachungen mit der Generaldirektion der Regie wurde erreicht, dafs im Güterverkehr der Übergang von Wagen und ganzen Zügen sowie die Versorgung der Ruhr mit ausreichendem Wagenmaterial, im Personenverkehr Anschlüsse mit Umsteigen und in Einzelfällen auch durchgehende Züge ermöglicht wurden. Die erwartete Entspannung blieb jedoch aus, da die Regie den an sie gestellten Anforderungen nicht gerecht werden konnte. Besonders schwierig war die Regelung der Verhältnisse in der Kölner Zone. Beim Abschlufs eines modus vivendi im November 1923 hatte

die Regie abgelehnt, den Wechselverkehr auch auf die Grenze des Brückenkopfes Köln mit der französisch-belgischen Besatzungszone anzuwenden. Ein Übergang der Betriebsmittel fand also dort nicht statt. Spätere Verhandlungen im Februar 1924 brachten die Kölner Zone in unmittelbare betriebliche Wechselbeziehungen mit den Regiestrecken, wodurch es möglich wurde, endlich die grofsen und teuren Umleitungen, die während des Ruhrkampfes notwendig geworden waren, allmählich wieder durch die Beförderung über den alten Leitungsweg zu ersetzen. Die Leistungen im Personenverkehr betrugen im Rechnungsjahr 1923 = 250473000 Zugkm., das sind rund 15 v. H. weniger als im Jahre 1922. Auch im Frühjahr und Sommer 1924 war noch starke Zurückhaltung nötig, immerhin konnte eine allmähliche Besserung eintreten, so dafs Juni 1924 für den Personenverkehr rund 65 v. H. der Vorkriegsleistungen zur Verfügung gestellt werden konnten. Im Güterverkehr war die Betriebslage von den Zuständen beherrscht, die durch die Abtrennung der Regiebahnen und durch die Zollgrenze zwischen besetztem und unbesetztem Deutschland geschaffen waren. Der Wechselverkehr mit der Regie wickelte sich nicht immer glatt ab, die zuweilen sehr scharfe Zollkontrolle der Güterzüge brachte erhebliche Verspätungen. Nach Aufhebung der Zollgrenzen im September 1924 steigerten sich die Leistungen des Betriebes in langsamer Entwicklung.

Als wichtigster technischer Fortschritt ist die Einführung der Druckluftbremse im Güterzugbetrieb zu erwähnen. Die damit verbundenen betrieblichen Umstellungen wurden ohne Störungen überwunden, wobei die geringe Verkehrsbelastung sehr zustatten kam.

Bei den fast dauernden schwierigen Betriebsverhältnissen in den westlichen Bezirken war der Wagenumlauf nicht günstig. In Zeiten steigenden Verkehrs gab es daher erhebliche Ausfälle, im Juli 1923 etwa 20,7 v. H. Im allgemeinen konnten jedoch die Wagenanforderungen befriedigt werden. Einige Übersichten über die Wagenstellung sind in dem Abschnitt „Statistische und besondere Nachrichten“ enthalten.

Der Lokomotivbetrieb ist natürlich durch den Ruhreinbruch ebenfalls stark in Mitleidenschaft gezogen worden. Durch das Umlegen des Verkehrs waren Umstationierungen und Änderungen der Lokomotivdiensteinteilungen erforderlich. Bei den herrschenden Zuständen war auch eine Verschlechterung des Betriebszustandes der Lokomotiven nicht zu vermeiden. Die unpünktliche Zugbeförderung brachten grofse Unordnung mit sich, erhöhten Personal- und Stoffverbrauch. Die Verkehrsabnahme verhinderte eine wirtschaftliche Ausnutzung des gesamten Lokomotivparks. Um die beste Ausnutzung der Lokomotiven und ihrer Personale bei geringstem Stoffverbrauch und Personalaufwand sicherzustellen, ist seit April 1920 ein Ermittlungsverfahren eingeführt, das die Kosten des Lokomotivdienstes bei jeder Dienststelle jederzeit feststellen läfst. Diese Mafsnahme hat nicht zuletzt dazu beigetragen, den Lokomotivdienst in verhältnismäfsig kurzer Zeit wieder wirtschaftlich zu gestalten. Der Ausbesserungsstand der Lokomotiven, der im Dezember 1922 noch rund 30 v. H. betrug, senkte sich im März 1924 auf rund 23 v. H. und im Rechnungsjahr 1924 weiter auf 18,2 v. H. Der Brenn- und Schmierstoffverbrauch auf 1000 Lokkm wurde im März 1924 auf 16,99 t Kohle und 20,49 kg Öl und im Juli 1924 auf 14,53 t Kohle und 21,71 kg Öl festgestellt, das bedeutet gegenüber dem gleichen Monat des Vorjahres eine Ersparnis von etwa 13,3 bzw. 15,8 v. H. Diese wirtschaftlichen Erfolge sind auf die pünktliche Abwicklung des Zugverkehrs, die bessere Unterhaltung und Pflege der Lokomotiven, die weitergehende Ausnutzung des Personals und Anwendung vorteilhafter Diensteinteilungen zurückzuführen. Die elektrische Zugförderung erfuhr im Berichtszeitraum eine Erweiterung von 16,5 v. H. der zu Beginn der Jahre bereits elektrisch betriebenen Streckenlängen. Die Gesamtlänge der elektrisch betriebenen Strecken wuchs infolgedessen auf etwa 650 km an. Die Entwicklung der Kraftwerke machte weiter gute Fortschritte. Im Walchenseewerk wurden alle wasserbaulichen Anlagen und Hochbauten beendet. Der Bau der Bahnmaschinen (vier Stück zu je 10650 K V A) wurde von den Siemens-Schuckertwerken und von Brown, Boveri & Cie sehr gefördert. Ende Rechnungsjahr 1924 waren zwei Maschinen aufgestellt. Die Bauarbeiten in den beiden Kraftwerken der „mittleren Isar“ (Aufkirchen und Eitting) sowie die Erweiterungsbauten im Bahnkraftwerk Altona und in Mittelsteine (schlesische Gebirgsbahnen) nahmen ihren planmäfsigen Fortgang. Die bereits vor dem Kriege bestellten elektrischen Lokomotiven wurden zum gröfsten Teil angeliefert. An neuen elektrischen Lokomotiven wurden im Rechnungsjahr 1923 zwei leichte Güterzuglokomotiven und im Rechnungsjahr 1924 45 elektrische Lokomotiven (Personen-, Schnell- und Güterzuglokomotiven) in Auftrag gegeben. Am 30. September 1924 waren 132 elektrische Lokomotiven im Betrieb. Als besonders interessant ist noch zu erwähnen, dafs zur gründlichen wissenschaftlichen Untersuchung der elektrischen Lokomotive ein Mefswagen gebaut worden ist, der mit den verschiedenartigsten Mefsinstrumenten reichhaltig ausgestattet wurde. Die Betriebsunfälle haben in der Berichtszeit erfreulicherweise gegenüber den Vorjahren weiter abgenommen. Die unausgesetzten Bemühungen der Verwaltung, die Betriebssicherheit zu heben und den Zustand der Fahrzeuge, der Sicherungs- und Bahnanlagen allmählich wieder auf den Stand vor dem Krieg zu bringen, sind also trotz der besonderen Schwierigkeiten der Berichtszeit von gutem Erfolge gewesen.

Abschnitt III behandelt das Bauwesen. Bei der schlechten Wirtschaftslage sah sich die Reichsbahn gezwungen, von neuen grofsen Bauausführungen abzusehen und bereits eingeleitete Bauten gröfseren Umfangs wesentlich einzuschränken. Selbst betriebsnotwendige Aufgaben mufsten zurückgestellt werden. Erweiterungsbauten für Betriebs- und Hauptwerkstätten sind daher auch nur auf einzelnen Bahnhöfen ausgeführt worden. Mechanische Bekohlungs- und Entschlackungsanlagen wurden, soweit ein dringendes Bedürfnis anzuerkennen war, hergestellt, ebenso sind die für den Betrieb so wichtigen Ablaufanlagen der Verschiebebahnhöfe verbessert worden. In Köln-Nippes und Seddin sind eine Gleisbremsanlage „Bauart Tyssenhütte“ in Betrieb genommen, die bisher günstige betriebliche und wirtschaftliche Erfolge gehabt haben. Andere den gleichen Zwecken dienende Einrichtungen, wie die Gleisbremse der Jordan-Bremsgesellschaft und der Wagenantrieb Bauart Pösentrupp-Heinrich, sollen versucht werden. Der in den Kriegsjahren sehr vernachlässigte Unterhaltungszustand der eisernen Brücken konnte durch umfangreiche Anstricharbeiten und durch Erneuerung schadhafter Brückenbalken erheblich gebessert werden. Ebenso wurde die Nachrechnung der eisernen Brücken auf Grund der neuen Berechnungsgrundlagen weitergefördert, um ein sicheres Urteil über die Tragfähigkeit der Brücken zu gewinnen. Dagegen konnte die Verstärkung und der Umbau der eisernen Brücken, die durch die auf ihnen verkehrenden Betriebsmittel sehr hoch beansprucht wurden, nur in beschränktem Umfange durchgeführt werden. Die Versuche mit Bauteilen eiserner Brücken, unter denen namentlich Versuche zur Ermittlung der Knickfestigkeit zu nennen sind, wurden fortgesetzt. Sie bezwecken, Grundlagen für die wirtschaftliche Ausgestaltung von Eisenbauten zu schaffen. Versuche, Eisenbauten durch Metallüberzüge unter Anwendung des Metallspritzverfahrens gegen Rost zu schützen, haben im allgemeinen nicht das erhoffte Ergebnis gehabt. Die Metallüberzüge sind erheblich teurer als Anstriche mit Rostschutzfarben und haben nicht solche Vorzüge, dafs sie an deren Stelle treten könnten. Für die Herstellung hängender Gerüste zu Ausbesserungsarbeiten an Brücken und Ingenieurhochbauten sind neue Richtlinien herausgegeben worden. Zur Ersparung von Personal und Brennstoffen sind die Weichen und Signale mit elektrischer Beleuchtung nach Möglichkeit ausgerüstet worden. Ebenso ist die Ausrüstung weiterer Strecken und Bahnhöfe zur Erhöhung der Betriebssicherheit mit Strecken- und Stationsblockung sowie mit Doppellichtvorsignalen gefördert worden. Versuche mit Vorrichtungen zur Verhütung des Überfahrens von Haltesignalen sowie mit Lichttagessignalen sind eingeleitet worden. Bei Erneuerung des Oberbaues und der Bettung konnten wegen der wirtschaftlichen Notlage nur die dringendsten Arbeiten ausgeführt werden. Der Ausfall an persönlichen und sächlichen Aufwendungen wurde durch verbesserte Unterhaltungsweise und technische Verbesserungen an den Oberbauanordnungen und -stoffen nach Möglichkeit ausgeglichen (planmäfsige Gleispflege, Auswahl und Behandlung der Gleisbettung, Aufarbeitung verschlissener Oberbaustoffe, Mafsnahmen zur Verlängerung der Lebensdauer der Holzschwellen u. a.). Die Ausbildung eines einheitlichen Reichsoberbaues ist soweit gefördert, dafs noch 1925 die Gleisstoffe für den Eisenschwellenoberbau für das gesamte Reichsbahnnetz nach Form und Güte auf einheitliche Grundlage gestellt werden können, die Ausbildung des Holzschwellenoberbaues wird mit Nachdruck betrieben werden.

Der Fahrzeugbestand (Abschnitt IV) ist zur Zeit höher als vor dem Kriege, doch ist dabei zu berücksichtigen, dafs eine grofse

Zahl von Fahrzeugen ausmusterungsbedürftig ist. Neubestellungen erfolgten nur insoweit, als es sich um Einzelfahrzeuge von Sonderbauarten, an denen Bedarf vorhanden ist oder um Beschaffungen zur Förderung des Fortschrittes im Fahrzeugbau handelt. Im Lokomotivbau sind die Entwürfe aus genormten Einzelteilen einheitlich durchgebildeter Reichsbahnlokomotiven soweit gefördert worden, dafs von den im Betriebe am dringendsten benötigten Gattungen einige Lokomotiven zur Erprobung bestellt werden konnten. Die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Dampflokomotiven wurde mit allen Mitteln angestrebt. Es wurden einige Turbinenlokomotiven bestellt, die eine erhebliche Verminderung des Kohlenverbrauches versprechen. Um die Vorteile der Turbinenlokomotiven auch bei vorhandenen Kolbenlokomotiven durch Anwendung von Abdampfturbinen zu verwerten, wurden auch einige Turbotriebtender in Auftrag gegeben. Ferner wurde eine Schnellzuglokomotive mit einem Hochdruckkessel ausgerüstet, um die Vorteile des Hochdruckdampfes auch der Lokomotive zuzuwenden. Schliefslich wurde noch die Beschaffung einer Turbinenlokomotive mit Hochdruckkessel eingeleitet. Zur Erprobung der Öllokomotiven sind einige Diesellokomotiven mit Flüssigkeitsgetrieben, eine mit Druckluftübertragung und eine mit einem Zahnradgetriebe und elektro-magnetischen Kupplungen bestellt worden. Besondere Aufmerksamkeit wurde der Durchbildung der Öltriebwagen gewidmet, die als ein geeignetes Mittel zur Bedienung kleineren Verkehrs und zur Ausfüllung von Lücken in den Fahrplänen anzusehen sind. Zur Erprobung dieser Bauarten wurden mehrere Benzoltriebwagen bestellt. Aber auch Triebwagen mit Dieselmotoren und mit Sauggasmotorenantrieb wurden bestellt. Die Arbeiten zur Schaffung von Einheitsbauarten für Personen- und Gepäckwagen sind in der Hauptsache zum Abschlufs gebracht. In den Abteilen 1. Klasse werden für die Folge sechs Sitzplätze angeordnet werden, auf eine bessere Ausstattung der Wagen wird wieder hingewirkt werden. Die Arbeiten für die Normung der Teile der Güterwagen und für die Aufnahme des Austauschbaues sind noch nicht abgeschlossen. Die Kühlwagen zur Beförderung von Milch und Fischen haben sich bewährt ebenso die bisher gelieferten Grofsgüterwagen von 50 t Ladegewicht und die bei diesen Wagen verwendeten Rollen- und Kugellager. Der gesamte Güterwagenpark soll im Jahre 1925 mit der Kunze-Knorr-Bremse oder Luftleitung ausgerüstet sein, wodurch grofse wirtschaftliche Vorteile zu erwarten sein werden.

Im Abschnitt V (Personalwesen) ist nachgewiesen, dafs gegenüber dem Stande vom 1. Oktober 1923 bei den Beamten, Angestellten und Arbeitern bis zum 1. Juli 1924 eine Verminderung um 276943 Köpfe = 27,4 v. H. eingetreten ist, das Besoldungs- und Lohnwesen hatte grofse Schwierigkeiten zu überwinden, nur ganz allmählich konnten die Verhältnisse hierin sich einigermafsen zufriedenstellend entwickeln. Das Unterrichts-, Bildungs- und Lehrlingswesen ist immer weiter vervollkommt worden. Es sind Zentraleisenbahnschulen gegründet, in denen Bedienstete aus verschiedenen Bezirken und Fachgebieten für kürzere Kurse zur Ausbildung zusammengezogen werden. Auch auf psychotechnischem Gebiete ist weiter gearbeitet worden, u. a. ist ein Untersuchungsverfahren für Handwerkslehrlinge, für Rangierer und Verkehrsbeamte ermittelt. Die Wohnungsfürsorge und die Wohlfahrtspflege wurde trotz der geringen Mittel nicht vernachlässigt. Auch hier gelang der allmähliche Wiederaufbau, worüber ausführliche Tabellen Auskunft geben.

Der Abschnitt VI (Verwaltung der Reichsbahn) spricht davon, wie die Berichtszeit für die Reichsbahn von einschneidenster Bedeutung auch auf organisatorischem Gebiet war. Aufsicht und Leitung sind getrennt worden. Unter der Firma des Reichsverkehrsministers werden nur noch die Geschäfte der Aufsicht bearbeitet, während die Geschäfte der zentralen Leitung von der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn erledigt werden. Im Verfolg der Dezentralisationsbestrebungen wurden dann auch die Zuständigkeiten der Reichsbahndirektionen und Ämter auf verschiedenen Fachgebieten erweitert. Den allgemeinen Abschnitten des Geschäftsberichtes sind zahlreiche, statistische Tabellen, eine Inhaltsübersicht und ein Sachverzeichnis beigefügt, so dafs eingehende Studien von Sondergebieten sehr erleichtert werden. Das reiche Material und die ausführlichen Darstellungen zeigen, mit welchen Schwierigkeiten die Deutsche Reichsbahn in der Berichtszeit hat kämpfen müssen, und es ist nicht hoch genug zu schätzen, dafs es gelungen ist, auf allen Gebieten immer mehr und mehr gesunde Verhältnisse wieder zu schaffen. C.

## Der Vorrats- und Austauschbau in der Lokomotiv-Ausbesserung.

### Eine Erwiderung und Ergänzung.

Von **F. Ziem**, Magdeburg-Buckau.

In Heft 18, 1925 des „Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“, dem Werkstätten-Fachheft I, veröffentlicht Reichsbahnrat Ebert, Nürnberg, einen Aufsatz, dessen wesentlichen Inhalt die Ermittlung der günstigsten Lokomotiv-Ausbesserungszeiten auf Grund des Kapitaldienstes für die im Werk anwesenden Lokomotiven und die zu ihrer Wiederherstellung erforderlichen Vorratsstücke bildet. Während nun hierbei als Aufwendungen im Kapitaldienst für die Vorratstücke 10 oder 15% für Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals in Rechnung gestellt werden, weicht der Verfasser bei der Berechnung des Aufwands für die im Werk anwesenden Lokomotiven ohne ersichtlichen Grund von diesem Verfahren ab. Er legt der Berechnung dieses Aufwands eine Ausbesserungszeit von 100 Tagen zugrunde und schreibt sich für jede Lokomotive und jeden Tag, den diese Lokomotive weniger als 100 Ausbesserungstage hat, 60 ℳ als Ersparnis gut. Aus der Gegenüberstellung der auf diese Weise errechneten Ersparnisse im Kapitaldienst für die im Werk anwesenden Lokomotiven mit den Aufwendungen für Zinsen und Tilgung des Anlagekapitals für die erforderlichen Vorratstücke werden dann die nach Ansicht des Verfassers günstigsten Ausbesserungszeiten berechnet, und es wird folgender Schlufs gezogen:

„Es ergibt sich die einigermafsen überraschende Tatsache, dafs die günstigsten Lokomotiv-Ausbesserungszeiten nicht besonders kurz sind. Es läfst sich allgemein sagen, dafs die günstigsten Lokomotiv-Ausbesserungszeiten zwischen 18 und 35 Tagen liegen, je nach der durchschnittlichen Kesselausbesserungszeit von 15 bis 35 Tagen. Jedenfalls läfst sich auch sagen, dafs eine Regel-Lokomotiv-Ausbesserungszeit von z. B. 10 Tagen selbst bei einer Kesselausbesserungszeit von nur 15 Tagen wirtschaftlich nicht günstig ist.“

Die Frage nach der günstigsten Lokomotiv-Ausbesserungszeit ist für jede Werkstatt von aufserordentlicher Bedeutung, weil von ihrer Antwort der ganze organisatorische Aufbau des Werkes abhängig ist. Sie läfst sich, wie auch von Ebert an anderer Stelle angegeben, nicht einheitlich für alle Werke beantworten. Die Antworten müssen vielmehr für jedes Werk besonders ermittelt werden. Dagegen lassen sich allgemein gültige Grundsätze für die Ermittlung dieser günstigsten Lokomotiv-Ausbesserungszeit aufstellen. In der von dem Verfasser angestellten Untersuchung kann das Verfahren bei der Berechnung des Aufwands im Kapitaldienst für die im Werk anwesenden Lokomotiven nicht zu einem Ergebnis führen, welches den vorstehend wiedergegebenen allgemein gültig sein sollenden Schlufs zuläfst. Die verschiedenartigen Berechnungen der Aufwendungen für Vorratstücke einerseits und für Lokomotiven andererseits können für den Sonderfall, bei dem man von einer angenommenen Ausbesserungszeit von 100 Tagen ausgeht, gültig sein, müssen aber in der Nutzanwendung bei anderen Werken zu Trugschlüssen führen, wie später nachgewiesen wird.

Die wirtschaftlich günstigste Ausbesserung ist diejenige, bei der eine bestimmte Ausbesserungsarbeit bei gleicher Güte mit dem geringsten Aufwand an Lohnkosten, Stoffkosten und Allgemeinkosten ausgeführt wird. Schon daraus geht hervor, dafs die kürzeste Ausbesserungszeit nicht immer die wirtschaftlich günstigste zu sein braucht. Einen ausschlaggebenden Bestandteil der Allgemeinkosten bilden jedoch die Zinsen und Tilgungsbeträge für die Anlagewerte sowohl der Werkanlagen als auch der Lokomotiven und Vorratstücke. Diese Beträge entfallen anteilig auf die im Werk hergestellten Lokomotiven. Um nun jede einzelne Lokomotive nur mit einem geringen Teil der Gesamtsumme belasten zu müssen, mufs das Werk möglichst viel Lokomotiven herstellen. Andererseits mufs aber die Zahl der ständig anwesenden Lokomotiven möglichst gering sein, um dem Anteil des zu verzinsenden Anlagewertes, der durch diese Lokomotiven dargestellt wird, möglichst gering zu halten. Die Beträge für Zinsen und Tilgung der Lokomotiv-Beschaffungs-

kosten müssen zu Lasten der Stellen gehen, bei denen sich die Lokomotiven befinden, also zu Lasten der Betriebsverwaltung für die Betriebszeit, zu Lasten der Werkstattverwaltung für die Werkstattaufenthaltszeit und zu Lasten der Hauptverwaltung für die Zeit, während welcher die Lokomotiven längere Zeit überzählig abgestellt werden. Hiernach allein würde eine möglichst geringe Ständezahl und möglichst großer Umschlag je Lokomotivstand anzustreben sein, wofür sich außerdem noch eine große Anzahl weiterer Gründe anführen ließen, die jedoch als bekannt vorausgesetzt werden dürfen.

Bei Verkürzung der Ausbesserungszeiten steigen aber wieder die Anlagekosten für die Vorratstücke und damit die anteiligen Allgemeinkosten, die auf jede Lokomotive entfallen. Bei gleichgut eingerichteten und geleiteten Werkstätten muß diejenige Werkstatt höhere Aufwendungen für Vorratstücke aufbringen, die die kürzeren Ausbesserungszeiten aufweist. Andererseits kommt aber bei gleichen Ausbesserungszeiten wiederum die besser geleitete und eingerichtete Werkstatt mit einem geringeren Aufwand für Vorratstücke aus. Diese wird sich dem Ziel, gänzlich ohne Vorratstücke auszukommen, mehr nähern können.

Da schließlich von der Zahl der betriebenen Richtstände auch die Anlagekosten der Werkstatt mit abhängen, ist es sehr wohl berechtigt, von der Ausbesserungszeit einen Schluß auf die Wirtschaftlichkeit der Ausbesserungsarbeit einer Werkstatt zu ziehen, wenn auch, wie schon mehrfach veröffentlicht, ein völlig einwandfreies Bild erst die sachliche Selbstkostenermittlung geben kann.

Sollen der Ermittlung der günstigsten Ausbesserungszeit die Aufwendungen im Kapitaldienst für die im Werk befindlichen Lokomotiven und für die erforderlichen Vorratstücke zugrunde gelegt werden, so sind beide Kostenanteile für die verschiedenen Ausbesserungszeiten nach einheitlichen Gesichtspunkten zu ermitteln und zusammenzuzählen. Diejenige Ausbesserungszeit, bei welcher die Summe beider Beträge den geringsten Wert ergibt, ist die günstigste.

Hierbei ist auszugehen von der Leistung des Werkes, die im allgemeinen einen bestimmten Wert hat, welcher bei gleich gut geleiteten Werken abhängig ist von der Stärke der Belegschaft und den Einrichtungen. Bei einer bestimmten monatlichen Leistung ist aber die Zahl der in der Werkstatt durchschnittlich ständig anwesenden Lokomotiven allein abhängig von der durchschnittlichen Anfenthaltszeit.

Der nachstehenden Berechnung sind folgende Grundlagen gegeben:

1. Die Zahl der Werkstatt-Aufenthaltstage ist die Zeit vom Eingang der Lokomotiven in der Werkstatt bis zur Abgabe an den Betrieb. Sie setzt sich zusammen aus den Ausbesserungstagen auf dem Stand, den Wartetagen vom Eingang bis zur Inangriffnahme der Arbeiten, den Abgabetagen für Probefahrt und Nacharbeiten und den Werkstatts-Ruhetagen.

2. Die Ausbesserungstage setzen sich zusammen aus den Ausbesserungstagen auf dem Stand und den Abgabetagen.

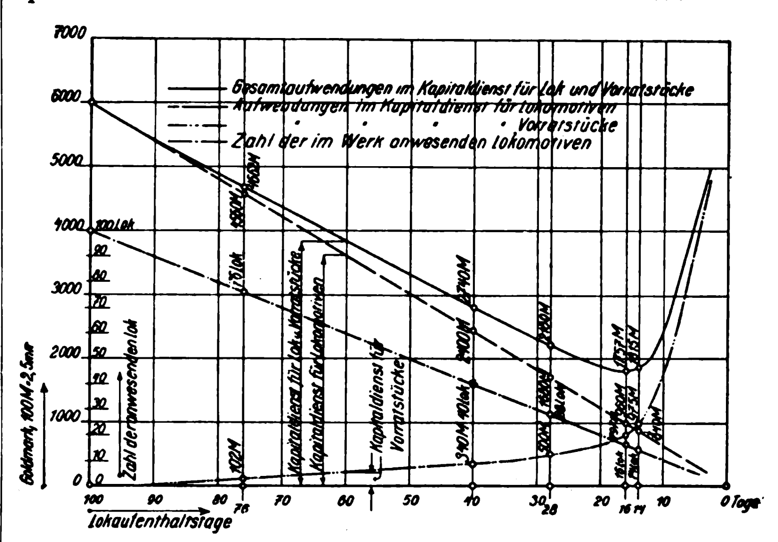
3. Die Zahl der Wartetage vom Eingang der Lokomotive bis zur Inangriffnahme der Arbeit soll zu drei angenommen werden, ebenso die der Abgabetage. Die Arbeitstage der Werkstatt sollen zu $\frac{300}{360} = {}^5/_6$ der Kalendertage angenommen werden.

4. Als Aufwand für Zinsen und Tilgung bei Lokomotiven soll der Betrag von 60 ℳ je Lokomotive und Tag berechnet werden, was dem jährlichen Zinsen- und Tilgungsbetrag einer Summe von 145000 ℳ bei 15⁰/₀ entspricht. Das Anlagekapital für eine P 8 oder eine G 10 ist zwar höher, aber der Betrag für den Kapitaldienst der Lokomotiven soll eher etwas zu gering als zu hoch eingesetzt werden. Er entspricht außerdem der von Ebert eingesetzten Summe für Ersparnis je Lokomotive und Tag.

5. Die Kosten im Kapitaldienst für die Ersatzstücke schwanken, wie bereits gesagt, je nach den Einrichtungen usw. der Werkstatt. In vorliegendem Falle sollen diejenigen Werte in die Rechnung eingeführt werden, die auch von Ebert verwendet wurden, und zwar die höchsten, entsprechend einer durchschnittlichen Kesselausbesserungszeit von 35 Tagen.

6. Dem Kapitaldienst für Lokomotiven und Vorratstücke ist der gleiche Zinsfuß von 15⁰/₀ zugrunde gelegt, da es nicht angängig ist, in beiden Fällen mit verschiedenen Sätzen zu rechnen.

Bei einer Leistung des Werkes von täglich einer Hauptausbesserung an P 8 oder G 10 sind bei den verschiedenen Ausbesserungszeiten von 60, 30, 20, 10 und 8 Tagen die entsprechenden Aufenthaltszeiten berechnet und in die nachstehende bildliche Darstellung eingetragen. Den durchschnittlichen Aufenthaltszeiten entsprechen bestimmte Werte für die Zahlen der im Werk anwesenden




Lokomotiven und die erforderlichen Vorratstücke. Es ergibt sich hieraus die keineswegs überraschende Tatsache, daß die günstigsten Lokomotivausbesserungszeiten etwa bei 10 Tagen liegen, entsprechend einer Aufenthaltszeit, die in der Nähe des Wertes von 16 Tagen liegt. Bei Einsetzung geringerer Werte für Vorratstücke verschiebt sich der Wendepunkt der Kurve für die Gesamtaufwendungen nach rechts, bei höheren Werten nach links. Da aber in die Berechnung die von Ebert genannten höchsten Werte eingesetzt wurden, können in vorliegendem Sonderfalle die günstigsten Ausbesserungszeiten nicht wesentlich länger sein.

Nach der Berechnung von Ebert liegt die günstigste Lokomotivausbesserungszeit unter der Annahme von 35 Kesselausbesserungstagen bei 35 Tagen. Dies entspricht einer Aufenthaltszeit von $(35+3) \times \frac{6}{5} =$ rund 46 Tagen. Bei der Ausbesserungszeit von 35 Tagen würden aber täglich etwa 1500 ℳ mehr im Kapitaldienst für Lokomotiven und Vorratstücke aufzuwenden sein, oder bei einer Leistung von täglich einer Hauptausbesserung wird jede Lokomotive 1500 ℳ teurer als bei einer Ausbesserungszeit von etwa zehn Tagen.

Zusammenfassend ergibt sich, daß ein annähernder Wert für die günstigste Ausbesserungszeit bei Zugrundelegung der Aufwendungen im Kapitaldienst für Lokomotiven und Vorratstücke gefunden wird durch Zusammenzählen der Einzelaufwendungen und Aufsuchen der niedrigsten Summe. In dem von Ebert angeführten Sonderfall liegen die günstigsten Ausbesserungszeiten etwa bei 16 Aufenthaltstagen.

Die kurzen Ausbesserungszeiten erfordern bei Wahrung der Wirtschaftlichkeit, d. h. ohne Vorratstücke oder bei Verwendung von Vorratstücken in geringster Menge einen vollkommen glatten durch keine Störung beeinflußten Arbeitsablauf. (Jede Störung muß durch erhöhten Aufwand ausgeglichen werden.) Sie stellen deshalb sehr hohe Anforderungen an die Werkaufsichtsbeamten und erfreuen sich daher nicht immer einer allzugroßen Beliebtheit. In dem von Ebert so bezeichneten Wettlauf um die kürzesten Ausbesserungszeiten ist noch von keinem Werk die Grenze erreicht, wo der Austauschbau unter allen Umständen unwirtschaftlich sein muß. Daß der Austauschbau bei kurzen Ausbesserungszeiten ebenso unwirtschaftlich sein und zu schweren Verlusten führen kann, wie bei langen, unterliegt ebensowenig einem Zweifel.

**Zu vorstehenden Ausführungen erhalten wir vom Verfasser des ersten Aufsatzes folgende**

## Entgegnung,

**womit die Anschauungen wohl genügend geklärt erscheinen.**

Der obenstehenden Darstellung kann ich bis auf einige Einzelheiten, die lediglich in verschiedener Begriffsauffassung bestehen, um so leichter zustimmen als sie tatsächlich der meinigen völlig gleicht und sich auch in meinem ersten Entwurf zu dem fraglichen Aufsatzteil in fast gleicher Weise findet. Es ist lediglich die mathematische Darstellung der Abhängigkeiten eine andere. In der vorstehenden Darstellung wird das Minimum des Kostenaufwandes im Kapitaldienst

gesucht, in meiner Darstellung das Maximum der Ersparnis im Kapitaldienst. Dafs dabei von der jahrelang üblichen Durchschnittsaufenthaltsdauer der Lokomotive im Werk von 100 Tagen ausgegangen wird, ist an sich völlig gleichgültig. Diese Zahl bildet eine konstante Gröfse in der Abhängigkeit des Kapitalaufwandes y von der Aufenthaltsdauer x der Lokomotive im Werk. Die Darstellung von Ziem ergibt sich als die graphische Wiedergabe der Funktion $y_{Lok.} = f(x)$ und $y_{Vor. St.} = f(x)$, in meiner Darstellung als die graphische Wiedergabe der Funktion $y'_{Lok.} = -f(100-x)$ und $y'_{Vor. St.} = f(x)$ oder, noch anders gesagt: Darstellung nach Ziem: Zinsenaufwand $y = c x + f(x)$, meine Darstellung: Zinsenersparnis $y' = c(100-x) - f(x)$. Für die Lage des Maximums bzw. Minimums der durch Summierung der beiden Funktionen gebildeten Kurve ist die konstante Gröfse ohne Einflufs. Die von mir aufgestellten Kurven (Heft 18, Seite 374 unten), welche die Abhängigheit der Lokomotivausbesserungstage vom Kapitalaufwand darstellen, entsprechen genau der von Ziem dargestellten Kurve für den Kapitaldienst der Vorratstücke. Trägt man hierzu noch die Gerade ein, welche dem Kapitaldienst für die Lokomotive entspricht, so findet sich in gleicher Weise wie bei Ziem durch Summierung die Kurve des Gesamtaufwandes im Kapitaldienst. Das Minimum kommt dann an die gleiche Stelle zu liegen, wo vorhergehend schon die günstigste Ausbesserungszeit festgestellt wurde. Dafs die Ergebnisse zahlenmäfsig nicht übereinstimmen, hat einmal seinen Grund in verschiedener Auffassung des Begriffes „Ausbesserungstag", in örtlichen Verschiedenheiten z. B. hinsichtlich der Aufenthaltsdauer der Lokomotive im Werk (in Nürnberg werden die Lokomotiven so einberufen, dafs sie sofort am nächsten Tag auf den Stand kommen), ferner in der Tatsache, dafs die Kurven in beiden Darstellungen aus wenigen Punkten konstruiert worden sind, also verhältnismäfsig unsicher liegen und dafs schliefslich bei der Aufsuchung des Minimums bzw. Maximums ebenfalls noch einige Tage nach oben oder unten zugegeben werden können. Die Darstellung von Ziem ist mir deshalb wertvoll, weil ich mit ihrer Hilfe meine Kurven nochmals genau nachgeprüft und gefunden habe, dafs die günstigsten Zeiten tatsächlich noch etwas niedriger liegen als von mir angegeben.

Die Darstellungen in meinem Aufsatz habe ich hauptsächlich deshalb gewählt, weil mir die unmittelbar abzulesende Ersparnis am Gelddienst gerade auf die Anhänger der älteren Arbeitsweise überzeugender einzuwirken schien.

Im einzelnen sei noch bemerkt, dafs die aus der graphischen Darstellung zahlenmäfsig gezogenen Schlüsse nicht allgemein für alle Werke, sondern nur allgemein für die verschiedenen Ausbesserungsmöglichkeiten im betrachteten Werke gemeint sind. Der Kapitaldienst zu 60 ℳ je Tag und Lokomotive ist deshalb etwas niedriger gewählt als der Satz für die Vorratstücke, weil der Fahrzeugpark bereits vorhanden ist, das seinerzeit dafür angelegte Kapital billiger zu haben war, während die Vorratstücke unter der heute ungünstigen Geldwirtschaft erst zu beschaffen und aufserdem mit einem höheren Tilgungssatz als die Lokomotiven zu belegen sind. Im übrigen stimme ich mit der obigen Erwiderung vollkommen darin überein, dafs nur die richtig aufgebaute Selbstkostenermittlung die Frage der günstigsten Lokomotivausbesserungsdauer einwandfrei lösen kann, weil dann damit auch noch die dritte Einflufsgröfse, nämlich die Abhängigkeit der Aufenthaltsdauer von der Fertigungsintensität im Werke berücksichtigt wird. Das „Wettrennen um die kürzesten Ausbesserungszeiten" ist zur Zeit jedoch viel lebhafter im Gang, als das um die Einrichtung von Selbstkostenermittlungen, so dafs eine vorläufige Lösung der Frage der Ausbesserungszeiten nötig ist.

Ebert.

# Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

## Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

**Unkrautreiniger und Bettungsrichter der schwedischen Staatsbahnen.**

Die Bemühungen, mittels mechanischer Einrichtungen das Unkraut in den Gleisen ganz zu beseitigen oder doch möglichst zu unterdrücken, gehen in Schweden auf viele Jahre zurück. Die ersten Versuche fielen weniger befriedigend aus und erst in den letzten fünf Jahren kamen Maschinen für solche Zwecke in gröfserem Umfang in Anwendung. Die Entwicklung dieser insbesondere 1921 einsetzenden Versuche in Schweden ist für uns Ausländer von geringerem Belange. Jedenfalls geht aus dieser Entwicklung das eine hervor, dafs es aufserordentlich eingehender Er-

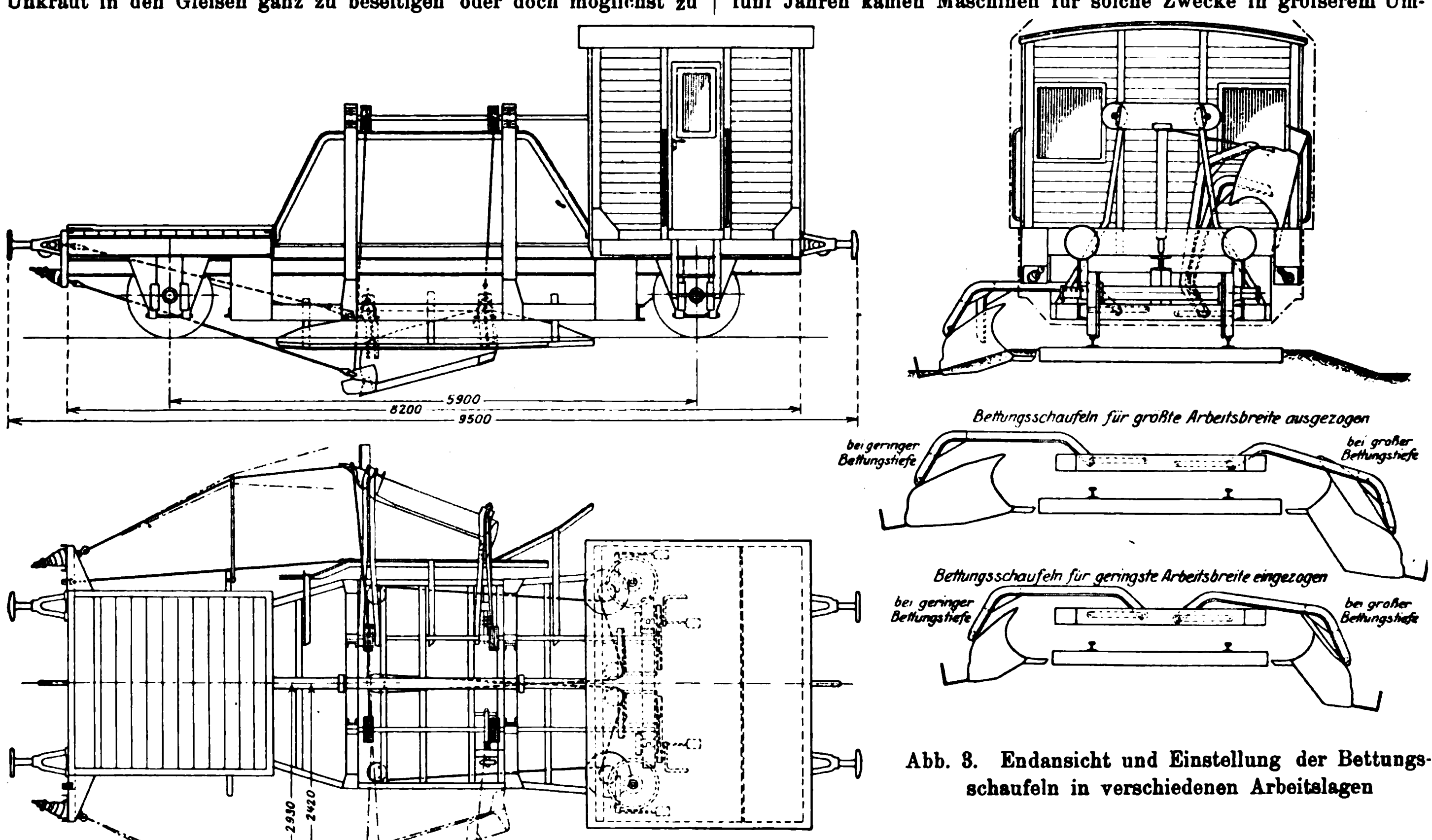



Abb. 1 und 2. Seitenansicht und Draufsicht des Unkrautreinigers.

Abb. 3. Endansicht und Einstellung der Bettungsschaufeln in verschiedenen Arbeitslagen

fahrung bedarf, um dem schliefslichen Ziele nahe zu kommen, dafs aber jedenfalls das eine sicher ist, dafs Unkrautreinigung und Bettungsrichtung mittels mechanischer Einrichtungen sowohl technisch wie wirtschaftlich möglich ist. Im Jahr 1923 machte sich der Bedarf nach einer gröfseren Zahl Unkrautreiniger geltend. Die Gleisabteilung des schwedischen Bahnbureaus begann daher die Aufstellung von Zeichnungen für Bau und Einzelheiten einer ganz neuen Maschinenform, die alle bisherigen Erfahrungen verwerten sollte.

Die Bauform, die nach allen diesen Gesichtspunkten und eingehenden Proben zustande kam, ist in Abb. 1 und 2 in Seitenansicht und Grundrifs zu erkennen. Wie man sieht, beschränkt sich die Reinigung allein auf die allerdings sehr mafsgebende Beseitigung des Unkrauts beiderseits der Schwellen und verzichtet auf die maschinell schwierige und wohl nie ganz vollständig zu erreichende Unkrautreinigung zwischen den Schwellen, wie sie z. B. die bekannte schweizerische Scheuchzereinrichtung, allerdings nur unvollkommen in den Bereich ihrer Aufgabe einbezieht. Von dieser Bauform sind sechs Stück für die fünf schwedischen Distrikte teils fertig teils in Herstellung.

Der Hauptarbeitsteil der Unkrautreiniger sind die Bettungsschaufeln und die ihnen angepafsten Bankettschneider. Die Formgebung dieser Werkzeuge mit zugehörigen Handhabungseinrichtungen verursachte die gröfsten Schwierigkeiten und erforderte umfangreiche Studien. Das Ergebnis ist in Abb. 3 und 4 ersichtlich. Man hat dem Schaufelstahl eine solche Form gegeben, dafs es möglich ist, Schäden an der Bettungsschaufel selbst beim Anfahren von erdfesten Steinen oder ähnlichem vorzubeugen. Da aber die Möglichkeit des Anfahrens des Bankettschneiders doch bestehen bleibt, so wurde die Befestigung zwischen Bankettschneider und Schaufel einfach mittels zweier Schraubenbolzen bewerkstelligt, die so berechnet sind, dafs sie bei gröfserer Beanspruchung, als in der Regel vorkommt, brechen, so dafs es sich bei einem solchen Anfahren nur um Einsetzen von zwei neuen Schrauben handelt. Auch diese Einzelheiten sind in Abb. 3 zu erkennen. Ähnlich ging auch die Entwicklung der Putzflügel, die die Aufgabe haben, die Bettung im Gleis nach der Bearbeitung durch diese Schaufeln zu planieren, vor sich.

Man kann sagen, dafs diese Maschinen für Unkrautreinigung und Bettungsrichtung damit einen hohen Grad der Vollkommenheit erreicht haben. Doch sind weitere Verbesserungen nicht ausgeschlossen.

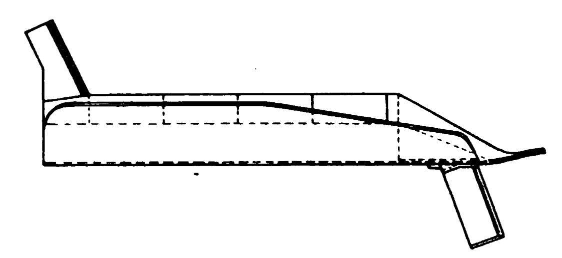


Abb. 4. Neueste Bettungsschaufel (August 1924).

So sehr die Unkrautreiniger technisch vollendet sind, so hängt das Wirtschaftsergebnis ihrer Arbeit doch hauptsächlich von der Bedienung ab. Es sind daher ins einzelne gehende Anweisungen an das Bahnbau-, Maschinen- und Verkehrspersonal erlassen worden, deren Befolgung von besonderem Werte ist. Die Benützung der neuen Unkrautreiniger war noch zu kurz, um schon bestimmte wirtschaftliche Angaben machen zu können. Doch scheint, dafs das Ergebnis ein sehr günstiges sein wird und dafs die Unkrautreinigung und Bettungsrichtung zunächst immer mehr durch Maschinenarbeit ersetzt werden wird. Zu bemerken ist, dafs Schweden fast durchwegs noch Bettung aus stark mit Sand gemischtem Kies hat.

Dr. S.

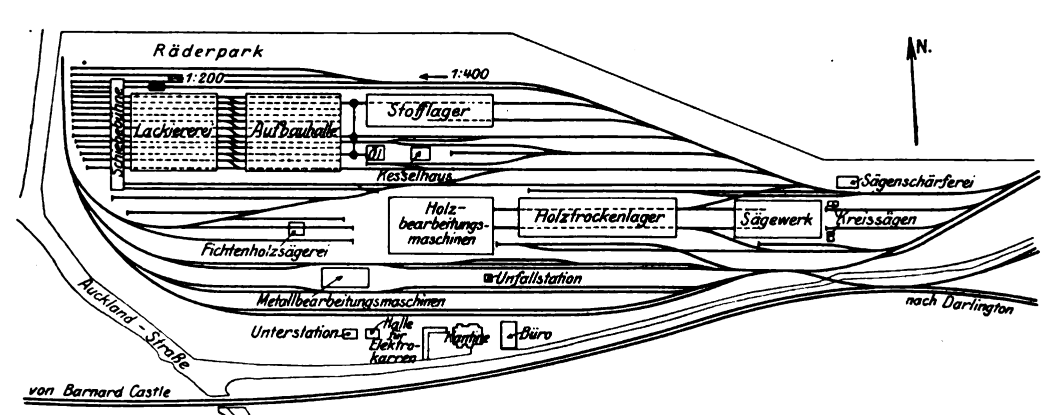
## Werkstätten, Stoffwesen.

### Eine englische Eisenbahnwerkstätte für den Bau neuer Güterwagen.

(The Railway Engineer, Mai-Juni 1925.)

Die London und North Eastern Railway hat in Faverdale eine neue Güterwagenwerkstätte fertiggestellt, deren Bau schon vor dem Krieg beabsichtigt war. Das Werk schneidet seinen Bedarf an Bohlen und Brettern selbst. Sie werden vor der Verarbeitung in Lagerräumen getrocknet, die zur Aufnahme von 17000 cbm Holz zum Bau von 10000 normalen 12 t-Wagen im Jahr eingerichtet sind. Die ganze Anlage ist im Gefälle von 1 : 400 von Ost nach West angelegt und Werkstoffe und fertige Fahrzeuge werden in Fliefsarbeit durch das Werk bis zu der am Westende befindlichen Lackiererei gebracht. Das Werk bedeckt eine Fläche von 243000 qm, wovon 38500 qm überdeckter Raum, 14500 qm für Lagerung von Holzstämmen und 22500 qm für Bretter bestimmt sind. Hobel- und Sägespäne, sowie Abfallholz werden durch mechanische Einrichtungen fortgeschafft und im Kesselhaus verbrannt. Sämtliche Motoren (insgesamt 950 PS) und Transmissionen mit Kugellagern, sowie die Späneabsaugerohre sind in Unterflurräumen eingebaut. Die Holzbearbeitungsmaschinen sind in einem besonderen Gebäude, 102 × 55 m, untergebracht; das Holz wird zu den einzelnen Maschinen selbsttätig durch Rollgänge befördert, so dafs es innerhalb des Gebäudes nie auf den Boden gelegt werden mufs. Bemerkenswert ist eine Vielfachbohrmaschine für die Rahmen der Wagenböden, die für das Werk eigens in Amerika entworfen wurde.

Durch die Wagenaufbauhalle -- 91,4 × 73,2 m — führen zwölf Arbeitsgleise. Alle Werkstoffe und Arbeitsstücke werden den zehn auf einem Gleis aufzubauenden Wagen in einem Satz zugeführt. Diese Arbeitsweise soll verlassen werden, gröfsere Arbeitsstücke sollen vielmehr in anderen Abteilungen zusammengebaut werden, so dafs in den Aufbauhallen nur der Zusammenbau vorgenommen werden mufs. Von den Aufbauhallen rollen die fertigen Wagen meist auf demselben Gleis, nötigenfalls über Weichen zur Lackiererei, wo sie von Hand mit dreifachem Anstrich versehen werden. Zwei Gleise an der Nordseite der Lackiererei sind mit Arbeitsgruben versehen, um dort Luftbremsen und Dampfleitungen einzubauen. Unter Benützung von Spillen und einer gleichzeitig zwei Wagen aufnehmenden Schiebebühne westlich des Gebäudes werden die gestrichenen Wagen zum Verwiegen und zum Auslauf gebracht. Die Farben werden in einer Farbstube gemahlen, über ihr befinden sich die Behälter für Terpentine und Öle. Im Lackiergebäude befindet sich auch die Anlage für das Biegen der gewölbten Dachhölzer im Dampf.




Lageplan des Faverdale Wagenbauwerkes der London und Nordostbahn.

In allen Werkstätten gestattet die Lage der Meisterbuden volle Übersicht über den Werkstättenraum. Leicht brennbare Werkstoffe sind in einem besonderen Gebäude, 30 × 15 m, feuersicher gelagert.

Das Stofflager, 123 × 30 m, ist mit Holz gepflastert und betoniert, wo schwere Gegenstände gelagert werden. Die Behälter für die einzelnen Werkstoffe nehmen jeweils den Bedarf für zehn Wagen auf und werden auf Elektrokarren in die Aufbauhalle befördert, wodurch das Auslegen und Wiegen der Stoffe und Vorratstücke vermieden wird.

Das Gebäude für Metallbearbeitung, 55 × 18,3 m, enthält neben dem Werkzeugmaschinenraum eine Abteilung für vier Schmiedefeuer und für Schreiner und Sattler und den Lehren-Aufbewahrungsraum.

Ru.

## Einsparungen bei Lokomotivausbesserungen bei der Chicago-Milwaukee-St. Paul-Eisenbahn.

(Railway Age, 1925, 1. Halbj., Nr. 25.)

Die vielen Umstände, die die Unterhaltungskosten der Lokomotiven beeinflussen, haben die genannte Eisenbahngesellschaft veranlafst, im Jahre 1921 den Zeitraum von einer Überweisung der Lokomotive an die Ausbesserungswerkstätte bis zur nächsten erheblich zu verlängern. Früher wurden die Lokomotiven bei verhältnismäfsig geringen Instandsetzungsarbeiten im Lokomotivschuppen nach 12 bis 14 Monaten der Werkstätte zugeführt. Dieser Zeitraum wurde auf 24 oder mehr Monate verlängert, dafür werden auch gröfsere Zwischenausbesserungen in den Schuppen ausgeführt.

In den Jahren 1912 bis 1920 kamen die Lokomotiven durchschnittlich nach 14,28 Monaten, zur Werkstätte, im Jahre 1921 nach 26,40 Monaten, im Jahre 1922 nach 39,60 Monaten, im Jahre 1923 nach 30,00 Monaten, im Jahre 1924 nach 44,40 Monaten.

Zur Durchführung der Mafsnahme wurden die Lokomotivschuppen mit den nötigen Werkzeugmaschinen ausgestattet und in einigen Fällen auch für ziemlich schwere Kesselarbeiten eingerichtet, wofür die Ausrüstungen von den Werkstätten genommen wurden. Die Kosten für den Lokomotivkilometer bis zum Jahre 1920 waren durchschnittlich 88,6 Pfg. und sind im Jahre 1924 auf 67,6 Pfg. gesunken.

Die Bahngesellschaft hat bei bestimmten Lokomotivgattungen noch die Unterhaltungskosten nach der neuen und nach der früheren Anordnung untersucht, ist jedoch hier zu keinem überzeugenden Schlufs gelangt.

Ru.

## Neu erschienene Lonormen.

Fortsetzung aus Heft 16 vom 30. November 1924 Seite 367, woselbst auch die Bezugsbedingungen angegeben sind.

LON 215 Vorreiber
„ 262 Domdichtringe
„ 283 Whitw.-Gewinde ohne Spitzenspiel für Stiftschrauben
„ 284 „ „ „ „ „ Stehbolzen, Deckenstehbolzen und Queranker
„ 285 Kegeliges Whitw.-Gewinde ohne Spitzenspiel für Reinigungsschrauben und Stutzen
„ 286 Whitw.-Gewinde mit Spitzenspiel für Feinausrüstung und Federspannschrauben
„ 287 Whitw.-Gewinde 2 für Kolbenstangenbefestigung
„ 288 Rundgewinde für Federspannschrauben
„ 289 Trapezgewinde eingängig für Ventilspindeln
„ 290 „ für Dampfstrahlpumpen
„ 291 „ für Steuerschrauben
„ 381 Doppelschraubenschlüssel mit ungleichen Maulweiten
„ 404 Federringe mit rechteckigem Querschnitt
„ 2151 Bügelanker geschmiedet. Zusammenstellung
„ 2152 „ genietet. Zusammenstellung
„ 2153 „ geschmiedet
„ 2154 „ genietet
LON 2155 Bügelanker, Deckenstehbolzen, Bügelankerstehbolzen, Sattelscheiben
„ 2160 Deckenstehbolzen
„ 2163 Queranker
„ 2165 Querankeruntersätze
„ 3239 Wasserstandsschutz leichte Bauart
„ 5321 Schraubenstellkeile für Stangenlager
„ 51 Abkürzungen und Mafseinheiten für Lokomotivbau
„ 426 Drehbare Eisengriffe
„ 425 Feste „
„ 2040 Nietverbindung für Rauchkammerohrwand und Langkessel
„ 2051 Heizrohre, zylindrische Eindrehung
„ 2055 Rauchrohre, „ „
„ 2101 Dome Übersicht
„ 2103 Flacher Domdeckel
„ 2104 Gewölbter Domdeckel für aufsenliegenden Domring mit Dichtring
„ 2105 Blatt 1: Gewölbter Domdeckel für innenliegenden Domring mit Dichtring
„ 2106 Gewölbter Domring für aufsenliegenden Domring mit Schleiffläche
„ 2107 Blatt 1: Gewölbter Domdeckel für innenliegenden Domring mit Schleiffläche
„ 2108 Domunterteil für aufsenliegenden Domring
„ 2109 „ „ innenliegenden „
„ 2111 Domring aufsenliegend
„ 2112 „ innenliegend für 400 und 500 mm Nenndurchm.
„ 2113 „ „ „ 600 bis 900 mm „
„ 2114 Blatt 1: Druckring für gewölbten Domdeckel und innenliegenden Domring mit Schleiffläche
„ 2115 Domlochring
„ 2141 Grofse Waschluke. Untersatz mit abgesetztem Nietrand
„ 2142 „ „ „ „ ebenem „
„ 2236 Feuerlochschoner für runde Feuerlöcher, 300 und 400 mm Durchmesser
„ 3001 Dampfpfeife leicht. Zusammenstellung
„ 3002 „ „ Einzelteile
„ 3003 „ „ „
„ 3201 Pulserstutzen
„ 3211 Kohlenspritzhahn
„ 3212 Kohlenspritze schwer
„ 3213 „ leicht
„ 3241 Laternenstütze zum Wasserstandsanzeiger
„ 5338 Blanke Bundmuttern für Gelenk- und Kreuzkopfbolzen
„ 6051 Trittbleche.

In Form von Tafeln mit zeichnerischer Darstellung sind bekanntlich einheitliche Bezeichnungen für die einzelnen Lokomotivteile festgelegt, dabei sind auch die Nummern der Zeichnungen auf denen die Teile erscheinen, angegeben. Bekanntlich ist nach dem Zeichnungsverzeichnis für Lokomotiven, Lonorm 2, eine derartige Ordnung und Nummerung der Zeichnungen eingeführt, dafs der gleiche Teil stets wieder auf derselben Zeichnungsnummer erscheint, also beispielsweise die Gleitbahn stets auf Zeichnungen 20.17. In Vorbereitung sind weitere Lonormtafeln über Rahmen, Drehgestell und Bremse.

An solchen Tafeln sind weiter erschienen:

Lonormtafel 4 Feinausrüstung im Führerhaus
„ 5 Blechrahmen mit Zubehör.

Ein neues Verzeichnis der bisher erschienenen bzw. im Druck befindlichen Lokomotivnormen (ELNA Drucksache Nr. 11, 3. Auflage) kann unentgeltlich vom „ELNA“ Engerer Lokomotiv-Normen-Ausschufs — Anschrift: ELNA m. Br. Hanomag, Hannover-Linden, Postfach 55 — bezogen werden.

# Verschiedenes.

Am 8. Dezember fand die Übergabe der 12000sten von der Firma Borsig gebauten Lokomotive an die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft statt. Die Lokomotive wurde von Herrn Geheimrat Dr. Ing. e. h. Ernst von Borsig dem Direktor der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, früheren Reichsbahndirektions-Präsidenten Dr. Ing. e. h. Hammer im Werke zu Tegel übergeben. Das Reichsverkehrsministerium war durch Herrn Ministerialdirektor Gutbrod vertreten.

Die Maschine, Bauart 2 C I, ist die schwerste und leistungsfähigste Zweizylinder-Schnellzuglokomotive, die in Deutschland gebaut wurde. Die besondere Bedeutung dieser Maschine liegt darin, dafs sie in ihrer Konstruktion aus dem vom Deutschen Lokomotivverband gegründeten und unterhaltenen Vereinheitlichungsbüro hervorgegangen ist. Dieses Büro ist der Firma Borsig angegliedert, untersteht dem Leiter ihrer Lokomotivbauabteilungen und wird unter enger Fühlungnahme mit der Hauptverwaltung der Reichsbahn-Gesellschaft und des Eisenbahn-Zentralamtes geleitet.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Reichsbahnoberrat Dr. Ing. H. Uebelacker in Nürnberg. — C. W. Kreidel's Verlag in München.
Druck von Carl Ritter, G. m. b. H. in Wiesbaden.

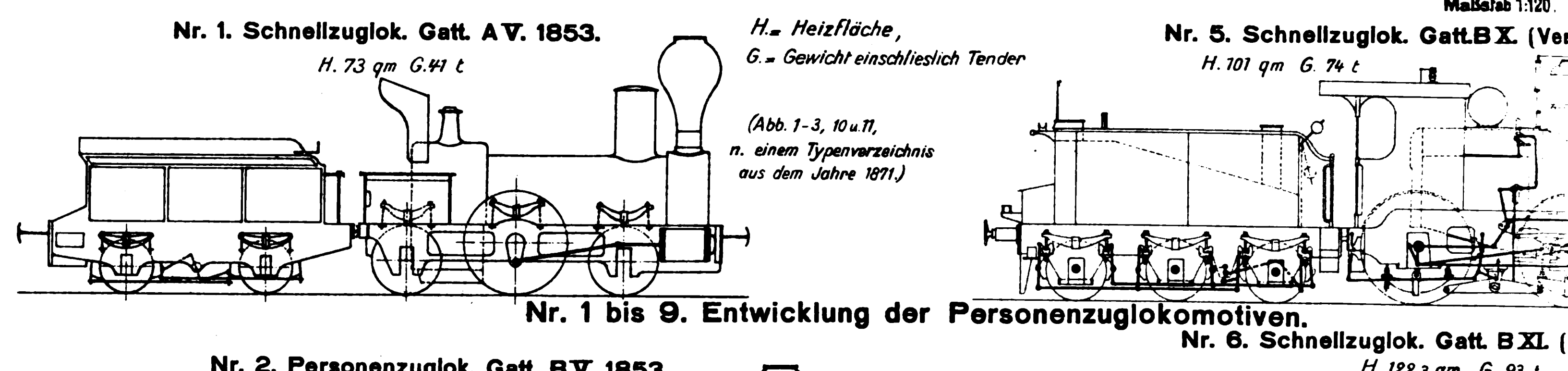


# Die Lokomotiven der vorm. bayer. S

Maßstab 1:120.

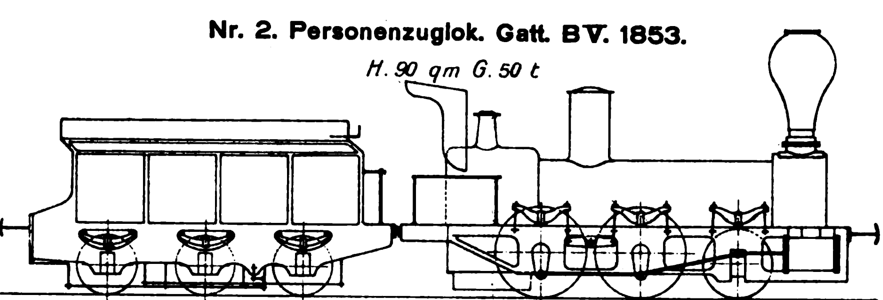
Nr. 1. Schnellzuglok. Gatt. A V. 1853.

Nr. 5. Schnellzuglok. Gatt. B X. (Ve

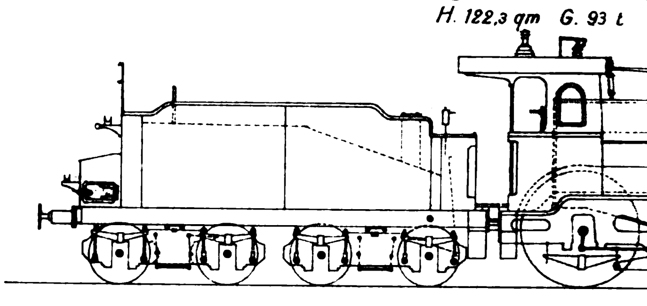



## Nr. 1 bis 9. Entwicklung der Personenzuglokomotiven.

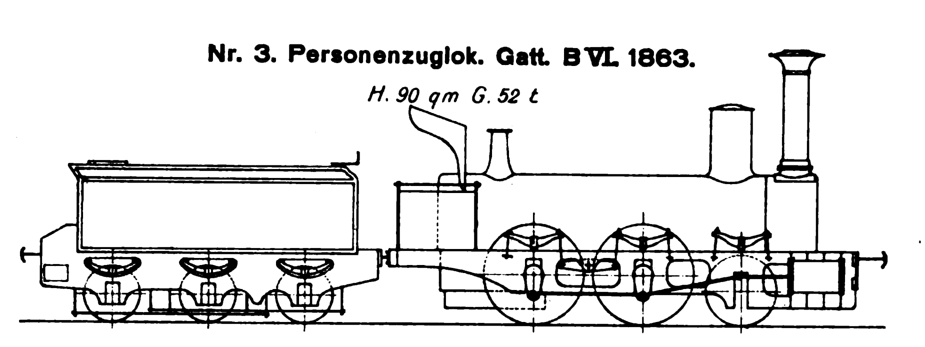
Nr. 2. Personenzuglok. Gatt. B V. 1853.



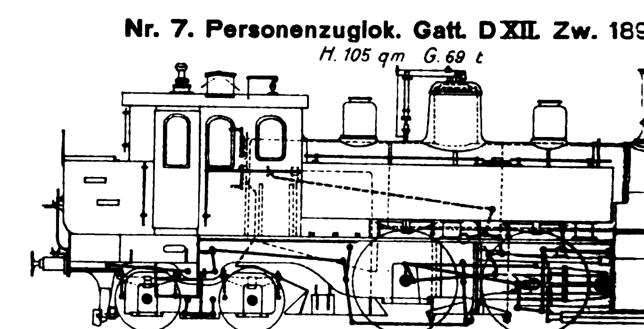

Nr. 6. Schnellzuglok. Gatt. B XI. (



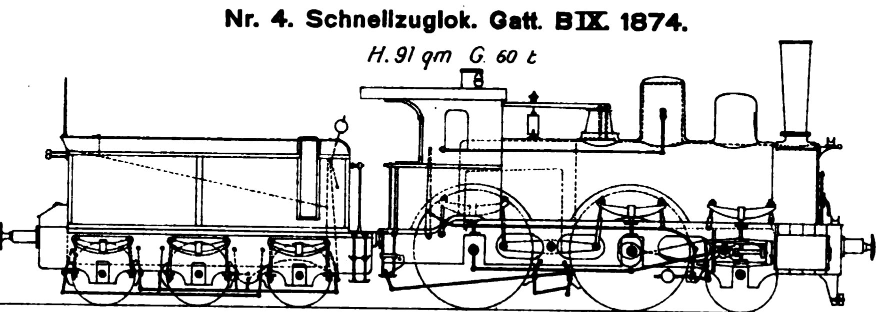

Nr. 3. Personenzuglok. Gatt. B VI. 1863.



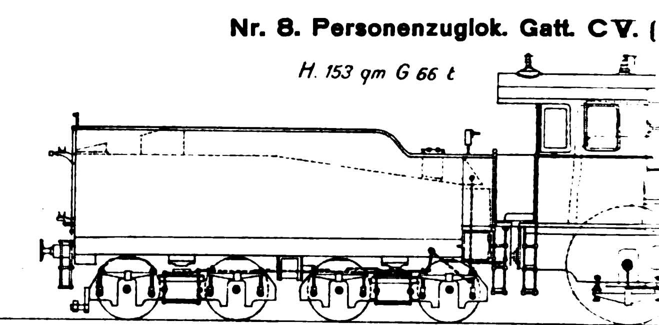

Nr. 7. Personenzuglok. Gatt. D XII. Zw. 189




Nr. 4. Schnellzuglok. Gatt. B IX. 1874.

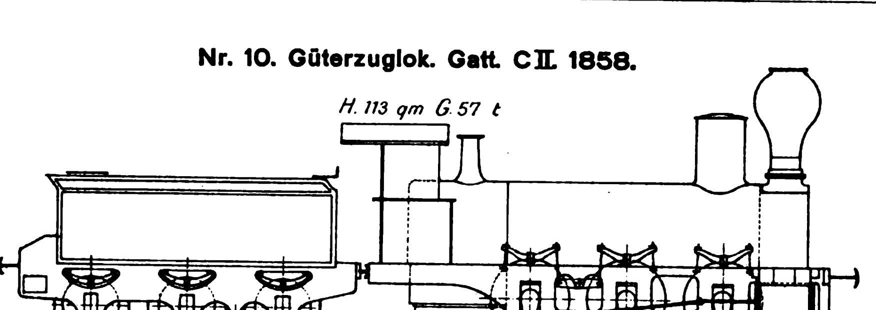



Nr. 8. Personenzuglok. Gatt. C V. (

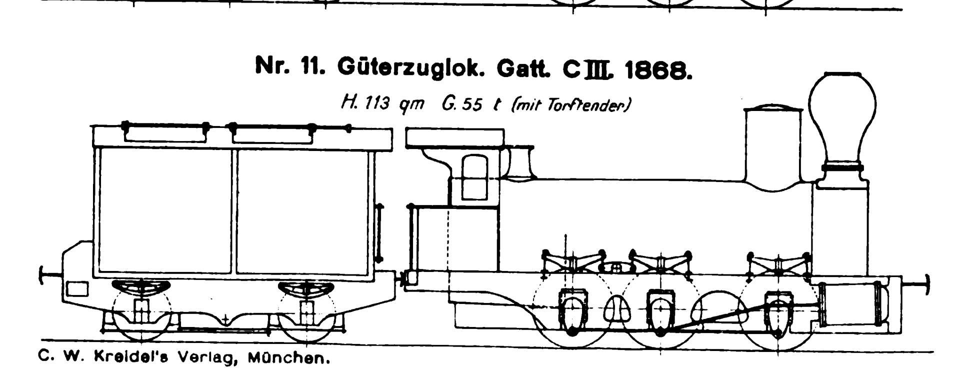



## Nr. 10 bis 15. Entwicklung der Güterz

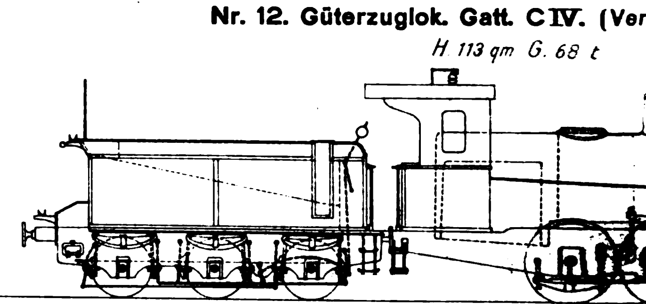
Nr. 10. Güterzuglok. Gatt. C II. 1858.



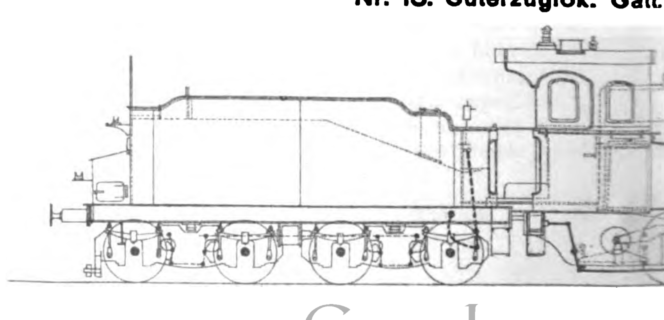

Nr. 11. Güterzuglok. Gatt. C III. 1868.



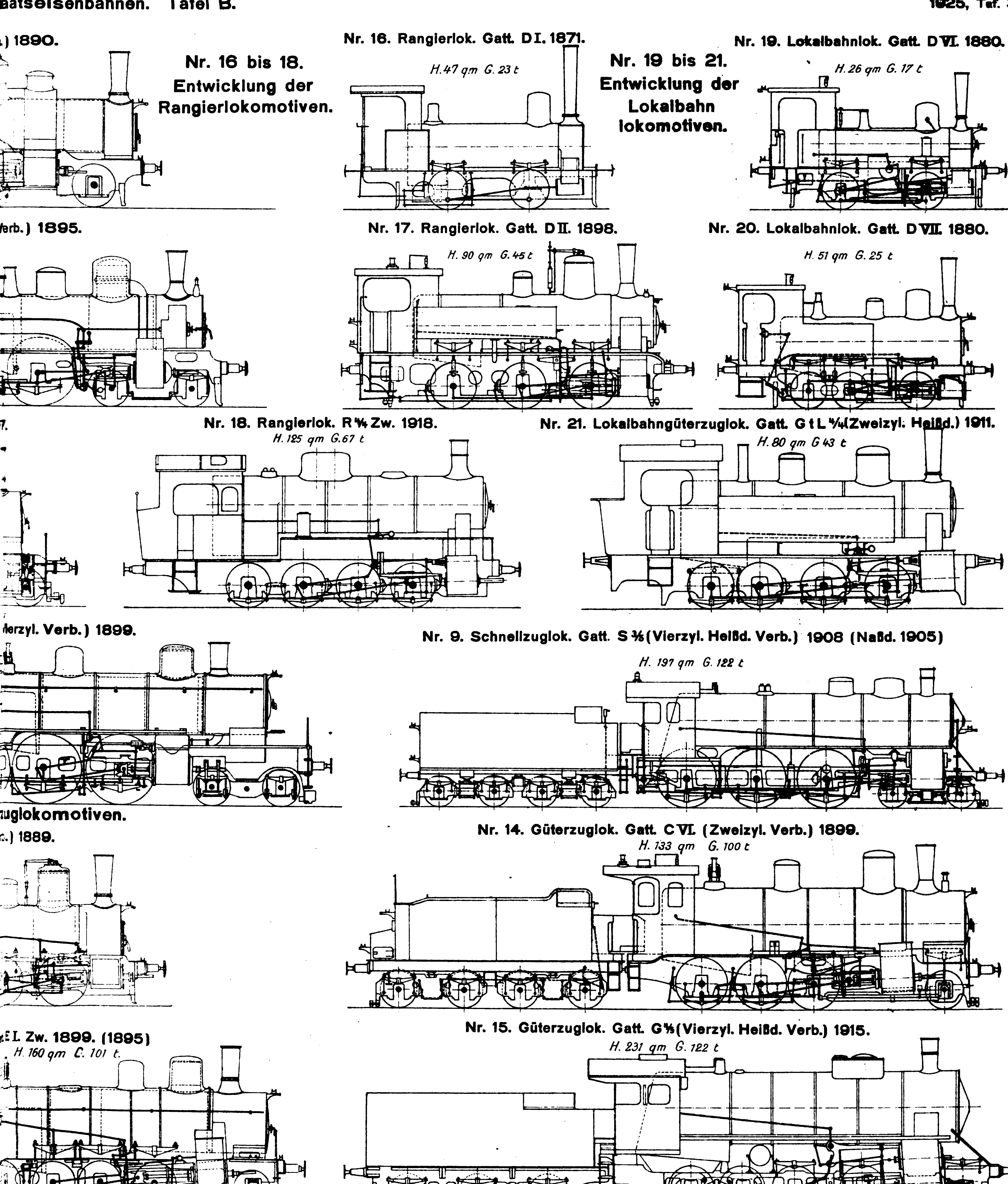

Nr. 12. Güterzuglok. Gatt. C IV. (Ve




Nr. 13. Güterzuglok. Gatt.



C. W. Kreidel's Verlag, München.




Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



1925

Heft 24
30. Dezember

# ORGAN

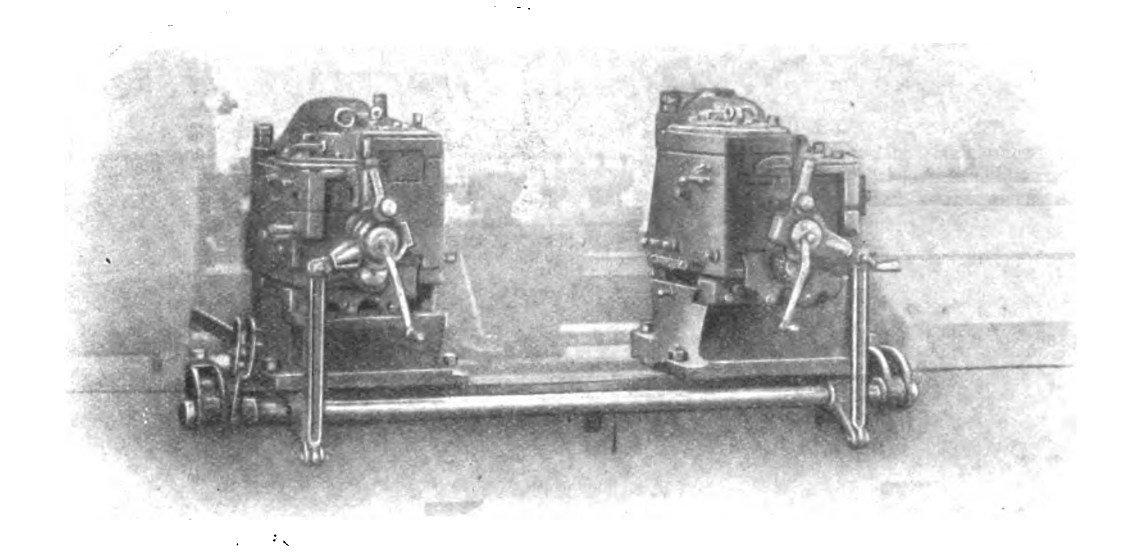
## FÜR DIE FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

TECHNISCHES FACHBLATT
DES VEREINS DEUTSCHER
EISENBAHNVERWALTUNGEN

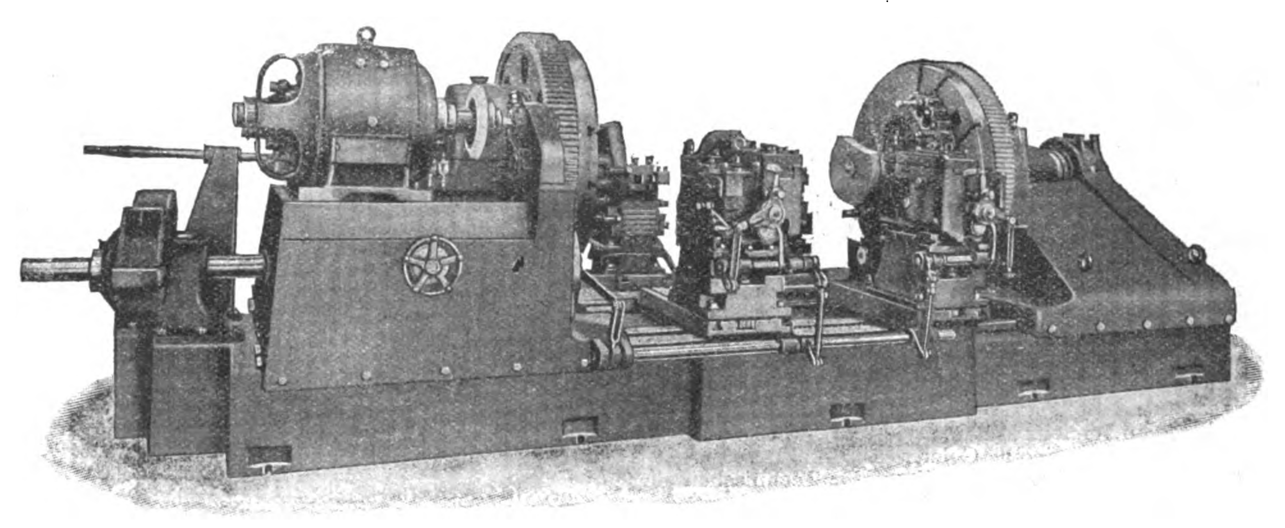



HERAUSGEGEBEN VON
DR. ING. H. UEBELACKER
C. W. KREIDEL'S VERLAG · MÜNCHEN

**Inhalt:**







Das

# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

## Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

erscheint am 15. und 30. jedes Monats.

Die Anschrift des Schriftleiters ist

Reichsbahnoberrat Dr. Ing. **H. Uebelacker,**

Nürnberg, Sandstrasse 38/40,

die des stellvertretenden Schriftleiters

Reichsbahnrat Dr. Ing. **A. E. Bloss,** Dresden, Wiener Strasse 4.



Der halbe Jahrgang 1925 des „Organs" wird mit 14.— Mk. berechnet und ist durch den Buchhandel oder (zuzüglich des anfallenden Kreuzbandportos) von der Verlagsbuchhandlung zu beziehen.

Von den im Organ erscheinenden Aufsätzen können Sonderabdrucke bezogen werden. Bestellungen müssen spätestens 8 Tage nach Erscheinen der Hefte in den Händen des Verlags sein.

Preis für 1 Seite Umfang bei Bestellung von 20 Stück 6,50 *M*, für weitere 10 Stück 0,40 *M*.

Auch auf die Fachhefte werden Sonderbestellungen entgegengenommen.

**C. W. Kreidel's Verlag** in München, Trogerstrasse 56.

Wegen Anzeigen und Beilagen wolle man sich wenden an die

Verlagsbuchhandlung **Julius Springer**, Berlin W. 9

Anzeigenpreise: 1/1 1/2 1/4 1/8 Seite

180.— 90.— 45.— 22.50 Goldmark. 4.20 Goldmark = 1 Dollar.

Bei 12 24 maliger Aufnahme innerhalb Jahresfrist

10 20 % Nachlass.

Für Vorzugsseiten gelten besondere Preise. Beilagen nach Vereinbarung.





Hierzu eine Beilage der „Afa“ Accumulatoren-Fabrik Akt.-Ges., Berlin, SW. 11.


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 08247 0330



